

YARA APARECIDA GARCIA TAVARES

ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Mellita quinquiesperforata*
LESKE, 1778 (ECHINODERMATA: ECHINOIDEA:
CLYPERASTEROIDA) EM DIFERENTES PRAIAS DO
LITORAL DO PARANÁ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-
Graduação em Zoologia do setor de
Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná, como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em
Ciências Biológicas - Zoologia

Orientador:
Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone

Curitiba
1996

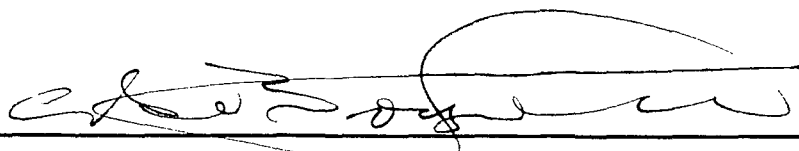
ECOLOGIA POPULACIONAL DE *Mellita quinquiesperforata* LESKE, 1778
(ECHINODERMATA: ECHINOIDEA: CLYPERASTEROIDA) EM DIFERENTES PRAIAS
DO LITORAL DO PARANÁ, BRASIL.

por

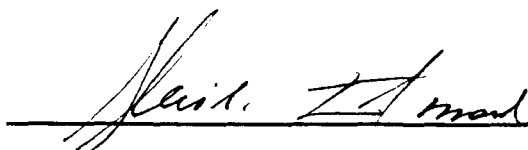
YARA APARECIDA GARCIA TAVARES

Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de
Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia da
Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores

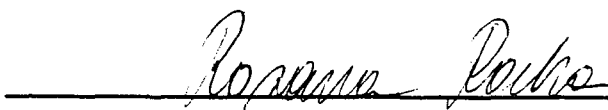
Orientador:



Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone



Profa. Dra. Antonia Cecília Zacagnini Amaral



Profa. Dra. Rosana Moreira da Rocha

Ao Povo do Mar

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pesquisa e Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de estudo.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone que aceitou orientar-me e pelo convite em participar da montagem do Laboratório de Ecologia de Praias Arenosas na época de seus primórdios.

Ao Prof. Dr. Paulo Lana pelo primeiro contato nesta instituição.

Ao Prof. Msc. Carlos Roberto Soares pelos papos sedimentológicos e pela ajuda sempre prestada em dúvidas geomorfodinâmicas.

Aos colegas de laboratório Alexandre Goulart Soares e José Roberto Botelho de Souza pelo estímulo e receptividade quando da minha chegada em Pontal do Sul e inestimável ajuda na fase de campo desta tese. Fundamentalmente responsáveis pelos mergulhos e ensinamentos oceanográficos.

À Claro e Lu pela confecção das figuras.

À bibliotecária Dina Yassue Kagueyama pela ajuda impresindível nas correções bibliográficas.

À Valéria Ap. Bello, Angélica Winter, Kelly Gutseit, Francisco Carlos Barros Fo. (Chico Bentos) pela ajuda em campo e laboratório.

À Valdo de Souza Melo, que foi um companheiro importante no apoio e decisão de vir morar no Paraná. Pelos tempos que vivemos juntos, no Rio, em Curitiba e em Pontal do Sul, na sua inabalável confiança em minha vitória, pelas alegrias e dificuldades que passamos todo aquele tempo. Pelo homem, amigo e irmão.

À minha mãe pelo seu amor.

Aos amigos de todas as neuras, importantes conquistas que tive e que me ajudaram muito em vários momentos durante a tese: Alessandra Larissa Fonseca, Andrea Santarosa Freire (Banana), Paulo Roberto Pagliosa Alves e Arno Blankensteyn.

À Banana (again) pela correção e “remontagem” do Abstract.

À Marcia Salete Bernini, minha grande amiga e ombro fraterno.

À estimada colega Guisla Boehs da Silva, pela força, amizade, companheirismo nesses últimos (difíceis) meses de pré-tese. Pelas discussões científicas e correções gramaticais do texto final.

Aos funcionários e amigos Vilma Sueli Andrade, Elair Siuch do Nascimento, João Batista de Souza (*in memoriam*) e Maria Rodrigues do Nascimento pelo carinho, atenção e solicitude em todos os momentos.

À Broa pela fidelidade canina e companhia em horas de solidão.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	1
ÁREA DE ESTUDO	6
Caracterização Ambiental	6
O Conceito de Praia Arenosa	7
MATERIAL E MÉTODOS	9
Procedimento Amostral	9
Amostragem Pontual	9
Amostragem Periódica	9
Tratamento das Amostras	10
Sedimento	10
Avaliação do Estado Morfodinâmico Praiaal	11
Material Biológico	12
RESULTADOS	17
O Ambiente Físico	17
As Praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste	17
A Praia de Atami	19
A Praia de Pontal do Sul	20
A Análise Biológica	20
Distribuição Espacial e Densidade	20
Variação Temporal na Praia de Atami	21
Variação Temporal na Praia de Pontal do Sul	22
Análise Morfométrica	23
Dinâmica Populacional	25
Biologia reprodutiva	27
DISCUSSÃO	29
O Ambiente Físico	29
A Análise Biológica	30
Distribuição Espacial e Densidade de <i>Mellita quinquiesperforata</i>	30
Análise Morfométrica	34
Dinâmica Populacional	36
Biologia Reprodutiva	39
Ciclo Reprodutivo	39
Alocação de Recursos	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	52

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 Mapa de localização das praias amostradas durante o estudo.(PPB: Praia Ponta do Biccho, PFZ: Praia da Fortaleza, PFL: Praia do Farol, PG: Praia Grande, PFS: Praia Fora Sul, CBM: Praia de Pontal do Sul, ATA: Praia de Atami, PLT: Praia de Leste e GAI: Praia de Gaivotas)..... 53
- Fig. 2 Nomenclatura utilizada para a zonação faunística e física da praia segundo Peres (1982) e Borzone & Gianuca (1990). [nmma: nível médio da maré alta; nmmb: nível médio da maré baixa]..... 54
- Fig. 3 Pontos de localização de estruturas da carapaça utilizadas para a definição dos caracteres morfométricos mensurados em *M. quinquiesperforata* (modificado de Harold & Telford, 1990) [A: região ambulacral; I: região interambulacral; b: boca; la: lúnula anal; lam: lúnula ambulacral; m: madreporito, p: peristômio; PL1...7: perfil longitudinal; PT1...3: perfil transversal]..... 54
- Fig. 4 Perfis topográficos das praias da Ilha do Mel.(PPB: Praia Ponta do Biccho, PFZ: Praia da Fortaleza, PFL: Praia do Farol, PG: Praia Grande e PFS: Praia Fora Sul.) 55
- Fig. 5 Perfis topográficos das praias da Planície de Praia de Leste.(CBM: Praia de Pontal do Sul, ATA: Praia de Atami, PLT: Praia de Leste e GAI: Praia de Gaivotas)..... 56
- Fig. 6 Distribuição espaço-temporal de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul registrada de agosto de 1993 à julho de 1994..... 57
- Fig. 7 Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com indivíduos de *M. quinquiesperforata* nas praias da Fortaleza, do Farol, Grande, Fora Sul, de Pontal do Sul, de Atami, de Leste e de Gaivotas [Análise I; b: Análise II]..... 58
- Fig. 8 Histogramas de frequência relativa (%) de tamanho (largura em mm) dos indivíduos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante o período de fevereiro de 1992 à julho de 1994..... 59
- Fig. 9 Histogramas de frequência relativa (%) de tamanho (largura em mm) dos indivíduos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994..... 60
- Fig. 10 Curvas de crescimento obtida pela rotina ELEFAN I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I).... 61
- Fig. 11 Curvas de crescimento obtida pela rotina ELEFAN I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1993 e 1994 (Análise II).... 62
- Fig. 12 Curvas de crescimento obtida pela rotina ELEFAN I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992, 1993 e 1994 (Análise III)..... 63
- Fig. 13 Estimativa da mortalidade Z pelo método de curva de captura (Powell- Wetherall) do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I) [N= no. total de indivíduos]..... 64

Fig. 14	Estimativa da mortalidade Z pelo método de curva de captura (Powell- Wetherall) do Programa FISAT para <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante os anos de 1993 e 1994 (Análise II) [N= no. total de indivíduos].....	64
Fig. 15	Estimativa da mortalidade Z pelo método de curva de captura (Powell-Wetherall) do Programa FISAT para <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante os anos de 1992, 1993 e 1994 (Análise III) [N= no. total de indivíduos].....	65
Fig. 16	Padrão de recrutamento estimado pelo Programa FISAT para <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante os anos de 1992, 1993 e 1994 (Análise III).....	65
Fig. 17	Variação média mensal dos índices gonadal (IG), intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) [com intervalo de 95% de confiança] dos indivíduos de <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994. (a: variação do IG; b: variação do IT; c: variação do IC).....	66
Fig. 18	Variação média mensal dos índices gonadal (IG), intestino + tecido internos (IT) e da carapaça (IC) [com intervalo de 95% de confiança] dos indivíduos de <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994. a: variação do IG; b: variação do IT; c: variação do IC).....	67
Fig. 19	Regressões lineares simples entre os índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) e a largura (mm) dos indivíduos de <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994 (a: IG x largura; b: IT x largura; c: IC x largura) [r = coeficiente de Pearson].....	68
Fig. 20	Regressões lineares simples entre os índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) e a largura (mm) dos indivíduos de <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994 (a: IG x largura; b: IT x largura; c: IC x largura) [r = coeficiente de Pearson].....	69

LISTA DE TABELAS

Tab. 1	Parâmetros físicos e morfodinâmicos das praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste registrados em fevereiro e março de 1993 (T = temperatura da água, S = salinidade da água, Hb = altura da onda, P = período da onda, β = ângulo de inclinação do perfil praial).....	70
Tab. 2	Parâmetros físicos e morfodinâmicos da Praia de Atami registrados de fevereiro de 1992 à julho de 1994 (T = temperatura da água, S = salinidade da água, Hb = altura da onda, P = período da onda, β = ângulo de inclinação do perfil praial).....	71
Tab. 3	Parâmetros físicos e morfodinâmicos da Praia de Pontal do Sul registrados de agosto de 1993 à julho de 1994 (T = temperatura da água, S = salinidade da água, Hb = altura da onda, P = período da onda, β = ângulo de inclinação do perfil praial).....	72
Tab. 4	Parâmetros sedimentológicos das praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste, por ponto de coleta e em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrados em fevereiro e março de 1993.....	73
Tab. 5	Parâmetros sedimentológicos da Praia de Atami, por ponto de coleta e em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrados de fevereiro de 1992 à março de 1993.....	75
Tab. 6	Densidade (no. de indivíduos m ⁻²) de adultos de <i>M. quinquesperforata</i> nas praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste, em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrada de fevereiro de 1992 à março de 1993.....	77
Tab. 7	Densidade (no. de indivíduos.m ⁻²) de juvenis de <i>M. quinquesperforata</i> nas praias Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste, em relação à distância(em metros) da linha d'água, registrada de fevereiro de 1992 à março de 1993.....	77
Tab. 8	Densidade (no. de indivíduos.m ⁻²) de adultos de <i>M. quinquesperforata</i> na Praia de Atami, em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrada de fevereiro de 1992 à março de 1993.....	78
Tab. 9	Densidade (no. de indivíduos.m ⁻²) de juvenis de <i>M. quinquesperforatana</i> na Praia de Atami, em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrada de fevereiro de 1992 à março de 1993.....	78
Tab. 10	Densidade (no. de indivíduos.m ⁻²) de adultos de <i>M. quinquesperforata</i> na Praia de Pontal do Sul por trecho do banco [início (A), meio (B) e final (C)] registrada de agosto de 1993 à julho de 1994	79
Tab. 11	Densidade (no. de indivíduos.m ⁻²) de juvenis de <i>M. quinquesperforata</i> na Praia de Pontal do Sul por trecho do banco [início (A), meio (B) e final (C) registrada de agosto de 1993 à julho de 1994.....	79
Tab. 12	Peso das variáveis nos dois primeiros componentes do PCA (Análise dos Componentes Principais) utilizadas no estudo morfométrico de <i>M. quinquesperforata</i> nas praias Fortaleza, do Farol, Grande, Fora Sul, de Pontal do Sul, de Atami, de Leste e de Gaivotas (Análise I).....	80

Tab. 13	Peso das variáveis nos dois primeiros componentes da Análise dos Componentes Principais (PCA) utilizadas no estudo morfométrico de <i>M. quinquiesperforata</i> nas praias Fora Sul, de Pontal do Sul e de Atami (Análise II).....	81
Tab. 14	Estimativas preliminares dos parâmetros populacionais largura infinita (L_{∞}) e relação taxa de mortalidade (Z)/ taxa de crescimento (K), pelo método Wetherall do Programa FISAT para <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I), 1993 e 1994 (Análise II) e 1992, 1993 e 1994 (Análise III).....	82
Tab. 15	Estimativas dos parâmetros populacionais largura infinita (L_{∞}), taxa de crescimento (K), constante de sazonalidade (C), Winter Point (WP) e índice de ajuste da curva de crescimento (Rn) pelo método ELEFAN I do Programa FISAT para <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I), 1993 e 1994 (Análise II) e 1992, 1993 e 1994 (Análise III).....	82
Tab. 16	Resultados da análise de variância uni-fatorial (ANOVA) - Teste <i>a posteriori</i> de Tukey. Avaliação da significância das variações mensais dos índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) de <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Atami durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994.....	83
Tab. 17	Resultados da análise de variância uni-fatorial (ANOVA) - Teste <i>a posteriori</i> de Tukey. Avaliação da significância das variações mensais dos índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) de <i>M. quinquiesperforata</i> na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994.....	84

RESUMO

O equinóide irregular *Mellita quinquesperforata* habita a região infralitoral de praias arenosas com ocorrência ao longo de toda a costa tropical e subtropical Atlântica, das Antilhas até o sul do Brasil. O presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição espaço-temporal de *M. quinquesperforata* e suas relações com as características ambientais de praias da costa paranaense, além de abordar aspectos da dinâmica populacional e biologia reprodutiva. Populações de *M. quinquesperforata* foram estudadas em dez praias durante amostragens pontuais realizadas em fevereiro e março de 1993 e em duas dessas praias realizaram-se amostragens periódicas de fevereiro de 1992 à julho de 1994. As coletas foram feitas ao longo de uma transversal estabelecida em cada praia em pontos fixos de amostragem desde o início do infralitoral até profundidades de 2 à 3 m. Foram obtidos o perfil topográfico, registrados os parâmetros abióticos, temperatura e salinidade da água, altura e período de ondas e feitas análises sedimentológicas. Para o estudo morfométrico dos indivíduos de *M. quinquesperforata* foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA). No estudo da dinâmica populacional foram estimados os parâmetros largura infinita (L_{∞}), taxa de crescimento K, taxa de mortalidade natural Z e padrão de recrutamento a partir da distribuição de frequência de tamanho (largura da carapaça em mm) utilizando o Programa FISAT. O ciclo reprodutivo foi estudado através da variação do índice gonadal (IG) [(peso seco das gônada/peso seco total) X 100] em 20 animais adultos (largura da carapaça > 40 mm) coletados mensalmente em dois ambientes durante um ano (1993/1994). Foram acompanhadas também as variações de dois outros índices: índice do intestino + tecidos internos (IT) e índice da carapaça (IC). A distribuição espacial dos indivíduos de *M. quinquesperforata* ocorre sob a forma de um banco contínuo, paralelo à costa, cuja extensão e posição variam de acordo com o estado morfodinâmico praial. A presença de animais em todas as praias estudadas indica que os indivíduos podem viver em ambientes com diferentes graus de exposição às ondas. Em praias dissipativas e intermediárias ocorrem as maiores extensões e posicionamento do banco mais afastado da costa, em oposição à uma distribuição mais restrita e próxima à linha d'água em praias reflectivas. Foi constatada a existência de uma separação por tamanho: animais juvenis (com largura da carapaça < 40 mm) ocorrem afastados dos adultos, iniciando a faixa de indivíduos do banco ou intercalando-se aos indivíduos maiores. O risco de predação dos juvenis por parte dos adultos poderia explicar esta exclusão por faixa etária. O acompanhamento periódico numa praia dissipativa/intermediária registrou um deslocamento migratório dos animais como resposta as mudanças sazonais do estado morfodinâmico praial. Foram descritas variações morfométricas entre as populações estudadas e propostas variedades fenotípicas para ambientes dissipativos, intermediários e reflectivos. A concavidade da carapaça, a largura das lúnulas ambulacrais e comprimento da lúnula anal foram as variáveis que mais distinguiram-se entre os indivíduos das diferentes praias. Os indivíduos estudados em duas praias com distinta caracterização morfodinâmica apresentaram como característica da distribuição etária uma constante moda adulta dominante (40 - 60 mm de largura da carapaça). Na praia reflectiva não foi registrado recrutamento para os anos de 1993 e 1994. Na praia dissipativa/intermediária foi registrado um anual e bem sucedido recrutamento permitindo o cálculo dos parâmetros populacionais para todo o período. O método ELEFAN I estimou a largura infinita (L_{∞}) em torno de 61 mm e a taxa de crescimento (K) em aproximadamente 0,68. A taxa de mortalidade natural (Z) obtida pelo método de curva de captura foi em torno de 1,14. O padrão de recrutamento estendeu-se do inverno até o final da primavera. O acompanhamento da variação do índice gonadal (IG) nestas duas praias revelou épocas distintas para o momento da desova (primavera na praia dissipativa/intermediária e verão na praia reflectiva), possivelmente relacionadas a diferenças nos fatores ambientais como salinidade ou morfodinamismo praial. Não observou-se correlação entre as variações dos índices gonadal (IG) e do intestino + tecidos internos (IT): descartando o intestino, componente principal dos tecidos internos, como órgão de estocagem de recursos para a reprodução. Na praia reflectiva, no entanto, foram verificadas correlações inversas entre o índice gonadal (IG) e o da carapaça (IC), sugerindo a possibilidade de que recursos de estruturas como o epitélio, espinhos e carapaça estejam sendo alocadas para reprodução.

ABSTRACT

The irregular echinoid *M. quinquesperforata* inhabits the infralittoral zone of sandy beaches, being distributed along the tropical and subtropical Atlantic coast, from the Antilles to southern Brazil. The present work aims to analyse the spatial and temporal distribution of *M. quinquesperforata* and its relationship with the environmental features of Parana coast beaches and also discuss aspects of the population dynamics and reproduction. *M. quinquesperforata* species populations were studied in ten beaches during a sampling realized in february and march 1993 and monthly in two beaches at february 1992 to july 1994. The samples were collected in fixed stations distributed along a transect from the infralittoral zone until 2 - 3 m water depth. The topographic profile and the abiotic parameters, temperature and water salinity, wave heights and period and sediment were obtained. In the morphometric study, a multifactorial analysis PCA was used. In the population dynamic study the parameters infinitive width (L_{∞}), growth rate K, total mortality rate Z and recruitment pattern were obtained from size-frequency distribution using the software FISAT. Reproductive cycle was studied through the variation of a gonad index (IG) [(dry weight gonad/dry weight whole animal) X 100] of 20 adults animals (test width > 40 mm) sampled monthly in two beaches during one year (1993/1994). Two other indices were calculated : intestine + inner tissues indice (IT) and test indice (IC). *M. quinquesperforata* is distributed in a continuous bed parallel to the coast, its extension and position varying according to the morphodynamic beach states. The occurrence of the animals in all beaches indicated that they can survive in different environmental degree of wave exposure. The greatest beds occurred in dissipative and intermediate beaches occupying offshore positions; while in reflective beaches the beds were registered near to the water line. A size separation was noticed: the juvenile animals (test width < 40 mm) are distant from the adults, bounding the bed initial or intercalating themselves with greater animals. This size exclusion could be explained by the juveniles predation risk by adults. In the periodic sampling in a dissipative/intermediate beach, a migratory displacement of the animals was registered as a response to the sazonal changes in the beach morphodynamic state. Morphometric changes were described among the populations and phenotypic varieties were proposed to dissipative, intermediate and reflective environments. The test profile, the ambulacral lunule width and the anal lunule length were the variables that most distinguished between individuals of different beaches. The populations of two beaches with distinct wave exposures presented a size-frequency distribution with a constant and dominant adult modal group (40 - 60 mm test width). In the reflective beach no population recruitment was registered in the years 1993 and 1994. In the dissipative/intermediate beach was registered an annual and successful recruitment, allowing the growth parameters to be calculated for the whole period. ELEFAN I method gave an estimated infinitive width (L_{∞}) of 61.0 mm and a growth rate K of 0.68. Total mortality rate Z obtained by catch curve method was 1.14. The recruitment pattern was established from winter to the end of spring. IG variation showed two spawning times (spring in the dissipative/intermediate beach and summer in the reflective beach) which could be attributed to the environmental factors as salinity and beach morphodynamics. No correlations were observed between IG and IT changes, indicating that the intestine should not be considered as a resource stock organ for the reproduction. IC and IG correlations in the reflective beach could be attributed to the input of resources from the structures as epithelium, spines and test to reproduction.

INTRODUÇÃO

Os equinodermos da classe Echinoidea foram tradicionalmente divididos em dois grupos: os Regularia e os Irregularia. Tal classificação baseia-se quase que exclusivamente em diferenças na estrutura externa descrita no clássico trabalho de Hyman (1958), persistindo ainda hoje na literatura menos especializada. Os ouriços conhecidos como irregulares são diagnosticados primariamente por apresentarem forma do corpo usualmente ovalada (ordem Spatangoida), circular e às vezes pentagonal (ordem Clypeasteroida). Apresentam ainda como característica a simetria bilateral, com a boca localizada anteriormente e o ânus posterior, relacionada com o hábito de escavação desenvolvido por este grupo (Lawrence, 1987).

Os representantes da ordem Clypeasteroida são denominados vulgarmente de “bolacha-da-praia”, “ferradura-do-mar” ou “dólar marinho” (do inglês *sand dollar*) e são um dos taxa mais representativos e abundantes da comunidade bêntica de praias arenosas, contribuindo por grande parte da produção secundária nesses ambientes (Steimle, 1990).

Dentre as famílias que agrupam esta ordem está a família Mellitidae que abriga três gêneros de distribuição exclusiva no continente americano: *Leodia* Gray (1851), *Encope* Agassiz (1841) e *Mellita* Agassiz (1841). O gênero *Mellita*, ao longo de sua história taxonômica, sofreu diversas modificações desde o seu estabelecimento por Klein (1734 *apud* Harold & Telford, 1990) e o reconhecimento de suas espécies ainda é motivo de controvérsia (Lawrence¹ *com. pess.*). A última revisão sistemática do gênero realizada por Harold & Telford (1990), reconheceu sete espécies, das quais três possuem distribuição na costa Atlântica (Massachusetts, EUA até o sul do Brasil): *Mellita isometra* Harold & Telford (1990), que ocorre no leste do Atlântico Norte, de Nantucket até a Flórida; *Mellita tenuis* Clark (1940) a leste do Golfo do México e Flórida e *Mellita quinquesperforata* Leske (1778) com ocorrência ao longo de toda a costa tropical e subtropical do continente americano, do delta do Mississipi, América Central, Antilhas até o sul do Brasil.

O grande número de trabalhos na literatura sobre a classe Echinoidea concentra-se predominantemente em equinóides regulares. Há pouco conhecimento sobre *Mellita quinquesperforata*, uma vez que muitos trabalhos anteriores a citada revisão sistemática referiam-se como sendo *M. quinquesperforata* às espécies propostas para a costa atlântica: *M. tenuis* em Lane & Lawrence (1982), Moss & Lawrence (1972) e Salsman & Tolbert (1965) e *M. isometra* em Bell & Frey (1969), Telford (1983), Telford

Klein, T. *Naturalis Dispositio Echinodermatum*. Gedani: T. J. Scheiber pp. 30-31, pl. XXI C,D. 1734

¹ John M. Lawrence, University of South Florida, Tampa, EUA

et al. (1985), Ghiold (1979) e Alexander & Ghiold (1980) ou ainda designando *Mellita quinquesperforata* como *M. lata*, nos trabalhos de Clark (1940) e Kenk (1944).

De modo geral, as diferentes espécies atlânticas do gênero *Mellita* parecem bem adaptadas à baixa salinidade (até 18‰) e apresentam boa adaptação térmica. A distribuição batimétrica para essas espécies é descrita como sendo desde a zona entremarés até o limite externo da plataforma continental de regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo em praias arenosas, enseadas, braços de mar e baixios. A existência desses animais num determinado habitat está intimamente relacionada com a consistência e a granulometria do sedimento: evitam fundos siltico-argilosos, bancos de ostras e substratos com raízes de plantas, onde a escavação pode ser dificultada. Ocupam exclusivamente sedimentos arenosos onde vivem parcialmente enterrados nas camadas superficiais de areia, preferencialmente em depressões, barras ou locais onde há moderada ação de ondas, deixando a região posterior com a lúnula anal visível. (Weihe & Gray, 1968; Bell & Frey, 1969 e Merrill & Hobson, 1970).

As populações de ouriços irregulares tendem a ocorrer espacialmente de forma agregada, em faixas paralelas à costa, onde os indivíduos sobrepõem-se muitas vezes uns aos outros. Este modo peculiar de distribuição espacial é conhecido como mancha ou banco. Para Weihe & Gray (1968) e Freire *et al.* (1992) esse tipo de distribuição seria vantajoso em animais de fecundação externa, permitindo o estímulo de outros indivíduos e garantindo assim o sucesso na fecundação. Birckeland & Chia (1971) sugerem que o hábito gregário constatado em *Dendraster excentricus*, um ouriço irregular do Pacífico, pode ser uma estratégia relacionada com a proteção contra a movimentação da areia. Bentley (1995) cita como vantagens para o modo de distribuição agregada do ouriço irregular de praias sul africanas *Echinodiscus biporatus*, a defesa contra predadores ou ainda como mecanismo de utilização máxima de certo suprimento alimentar localizado.

O hábito de escavação superficial dos ouriços irregulares, assim como o de abrigar-se em sítios crípticos, desenvolvidos pelos regulares, seria uma resposta desses animais praticamente sedentários ao optarem por sobreviver em ambientes com movimentação ou batimento de ondas (Drummond, 1993). Segundo Brown & McLachlan (1990), os representantes dos gêneros mais típicos de praias arenosas *Dendraster*, *Encope* e *Mellita* vivem próximos à zona de arrebentação, particularmente na zona externa à turbulência, locais esses com alto hidrodinamismo. Como adaptações à exploração desses ambientes pelas espécies do gênero *Mellita*, são citadas algumas particularidades morfológicas como: a forma cônico-achatada da carapaça e a presença de estruturas conhecidas como lúnulas, orifícios presentes na carapaça que teriam como função diminuir a força de pressão negativa gerada quando uma corrente de água passa pela superfície

aboral do corpo (Telford, 1981). A presença de cinco lúnulas em *Mellita quinquesperforata* aumentaria a velocidade crítica à partir da qual o organismo seria “desprendido” do substrato, conferindo-lhe uma maior estabilidade (Telford, 1983). A presença de projeções saculiformes no intestino onde existem acúmulos de areia, denominados de divertículo de areia ou divertículo de Gregory (descrita por Borzone *et al.*, no prelo) em formas juvenis desta espécie, seria outra adaptação morfológica para a sobrevivência num habitat de alta energia de ondas. A presença de metais pesados selecionados, principalmente magnetita, parece contribuir para o aumento da densidade corpórea dos indivíduos menores, ajudando-os na sua permanência junto ao fundo até a formação completa das lúnulas e o “engrossamento” (crescimento) da carapaça. Com o total desenvolvimento dessas estruturas, o divertículo perderia sua função, regredindo até seu desaparecimento. O espaço celomático até então ocupado pelo divertículo de areia, passa a ser preenchido progressivamente pelas gônadas em crescimento (Borzone *et al.*, no prelo).

Os primeiros estudos realizados com espécies de *Mellita* verificaram que estes equinóides possuem certo grau de locomoção. A simetria secundariamente bilateral permite uma polarização suficiente para promover os movimentos conhecidos como progressão e rotação (Hyman, 1958). Kenk (1944) foi o primeiro a descrever o deslocamento em direção polarizada, concluindo que os indivíduos requerem pouco tempo para enterrarem-se, e que sua capacidade de migração é considerável (40 m por semana). Findlay & White (1983), mais recentemente, quantificaram o deslocamento em 1,0 a 1,5 cm/hora.

A dieta alimentar e o modo de alimentação em *Mellita* foram retratados por inúmeros autores. Hyman (1958) cita como conteúdos encontrados no intestino, partículas inorgânicas como grãos quartzíticos de forma bem arredondada e metais pesados (magnetita). Moss & Lawrence (1972) encontraram diatomáceas, dinoflagelados e detritos. Lane (1977, *apud* Lane & Lawrence, 1979) determinou como constituintes de sua dieta alimentar detritos orgânicos, diatomáceas, foraminíferos e dinoflagelados. Findlay & White (1983) assumem que *Mellita quinquesperforata* alimenta-se da comunidade microbiana bêntica, recurso alimentar primário para a cadeia trófica de detritívoros; já Reidenauer (1989) cita genericamente microeucariontes não fotossintetizantes. Quanto ao modo de alimentação, são sugeridos dois mecanismos: numa primeira hipótese, os espinhos da superfície aboral atuariam como uma peneira seletiva para a escolha de partículas maiores a serem ingeridas; numa segunda, pódios especializados da superfície oral seriam órgãos primários de coleta de alimento. Pela hipótese da peneira seletiva, partículas maiores que 62 nm ao caírem sobre a superfície aboral seriam transportadas por espinhos e correntes ciliares pela extremidade da

carapaça, ou através das lúnulas, passariam para a superfície oral e chegariam até a boca; grãos menores seriam auxiliados nesse processo por um muco secretado pelo animal. Pela segunda hipótese, assumida por Telford *et al.* (1985), as partículas seriam escolhidas do sedimento por vários pódios especializados até alcançar os sulcos de alimentação na superfície oral, sendo então agregados a um muco e levados à boca. Posteriormente, a modificada Lanterna de Aristóteles trituraria o alimento. As correntes ciliares propostas pela primeira hipótese teriam basicamente o papel de ventilar e limpar a superfície aboral, não estando envolvidas no mecanismo de alimentação.

O sistema reprodutivo dos equinóides como *Mellita* desenvolve-se no celoma perivisceral. Nos ouriços irregulares houve uma importante modificação devido à forma corpórea cônico-achatada. Nesses, as gônadas são comprimidas e ocupam o espaço dos interrádios da carapaça e ainda são envolvidas por um delgado e transparente mesentério que suspende-as na carapaça (Grassé, 1948 e Lawrence, 1987). Das massas gonadais saem curtos canais excretorios ou gonodutos que terminam em orifícios na carapaça (gonoporos). Em *M. quinquiesperforata* ocorrem quatro desses, de importância taxonômica para o gênero (Harold & Telford, 1990). A maioria dos equinóides é reconhecidamente dióica; o sexo porém não é diferenciado externamente com muita precisão. Em geral, os gonoporos e as papilas genitais são maiores nas fêmeas (Strathmann, 1987). Quanto à morfologia interna, no entanto, não há diferenças na estrutura das gônadas; o reconhecimento macroscópico do sexo feito através da coloração, é em muitos casos uma diagnose duvidosa. Muitos equinodermos parecem ser reprodutivamente ativos à partir do segundo ano de vida e o rendimento reprodutivo continua a aumentar com a idade (Lawrence, 1987). No ciclo gonadal as células das gônadas multiplicam-se e reservam nutrientes do final do verão até o outono. Os gametas começam a se desenvolver no inverno e a época da desova está relacionada a fatores endógenos e exógenos controladores do ciclo gametogênico. Os equinóides têm fecundação externa, com desenvolvimento indireto passando por fase larval planctônica (larva equinoplúteo).

É reconhecida a importância de *Mellita quinquiesperforata* como agente modificador das propriedades texturais do sedimento, principalmente na atividade de bioturbação sobre a meiofauna. Devido à sua capacidade de escavar o sedimento, a espécie influencia a atividade microbiana pela alteração do tamanho dos detritos, pela homogenização e ressuspensão de sedimentos, pela regeneração de nutrientes minerais, pelo aumento da camada de atividade de oxi-redução e pela redução da zona anaeróbica do sedimento. Como consequência desta atividade, eleva-se a biomassa microbiana e altera-se a estrutura da comunidade de eucariontes (tubícolas e meiofauna, principalmente). Este efeito foi verificado na comunidade microbiana (White *et al.*, 1980),

em foraminíferos (Findlay & White, 1983 e Reidenauer, 1989), em nemátodos (Creed & Coull, 1984 e Reidenauer, 1989) e em ácaros e copépodos harpaticóides (Reidenauer, 1989).

Quanto as interações ecológicas envolvendo ouriços irregulares existe um relativo conhecimento. Chescher (1969) e Gladfelter (1978) confirmam a predação de moluscos como *Cassis tuberosa* sobre *Cassidulus caribbearum*. Merrill & Hobson (1970) destacam como predadores de *Dendraster excentricus*, caranguejos (*Cancer* sp), aves (*Laurus glaucescens*, um forrageador de região intermareal) e até algumas estrelas-do-mar. Dexter (1977) cita peixes e crustáceos como possíveis predadores de indivíduos adultos de *Encope stokesi*, um ouriço irregular da costa pacífica do Panamá. Para o gênero *Mellita*, Crozier (1919) destaca o crustáceo decápodo *Callinectes sapidus* como o responsável por danos na carapaça desses equinóides. Observações *in situ* no presente trabalho, verificaram que um dos predadores preferenciais de *Mellita quinquesperforata* é o gastrópodo cassídeo *Phalium granulatum*, também conhecido por predação *Cassidulus mitis* (Findlay & White, 1983). Relações harmônicas envolvendo ectosimbiontes também são conhecidas. Sabe-se que um grupo de diminutos crustáceos braquiúros da família Pinnotheridae, desenvolveu o hábito de residir sobre equinóides e holotúrias. *Dissodactylus mellitae* é conhecido por viver sobre a carapaça de ouriços irregulares da família Mellitidae em número de um indivíduo ou mais raramente um par heterossexual. A presença de quelas modificadas permite aos indivíduos viverem aderidos aos espinhos das espécies *Mellita quinquesperforata*, *Encope parma* e *E. michelini*. Eles ainda colaboram com a limpeza da superfície aboral desses ouriços, alimentando-se de resíduos existentes sobre a carapaça (Bell, 1984).

O trabalho descrito à seguir teve como intuito ampliar os conhecimentos ecológicos sobre populações de *Mellita quinquesperforata* em diferentes praias do litoral brasileiro, especificamente na costa paranaense, segundo os objetivos:

1. Determinar a ocorrência e zonação por tamanho de *Mellita quinquesperforata* em diferentes praias do litoral do estado, relacionando essa distribuição com parâmetros físico-químicos, sedimentológicos e aspectos morfodinâmicos de cada local.
 - 1.1. Avaliar essa distribuição numa escala pontual.
 - 1.2. Avaliar essa distribuição numa escala sazonal.
2. Comparar algumas características morfométricas entre indivíduos de *M. quinquesperforata* em diferentes praias.
3. Analisar aspectos da dinâmica populacional da espécie, como recrutamento, crescimento e mortalidade.
4. Comparar a variação do índice gonadal em duas praias ao longo de um ciclo anual.

ÁREA DE ESTUDO

O litoral paranaense situa-se na porção oriental do estado, à partir da Serra do Mar constituindo a região denominada planície costeira. Possui cerca de 107 km de extensão, apresenta uma forma retilínea de orientação NNE-SSW, limitada ao norte, pelo Canal do Rio Varadouro - Vila Ararapira (Latitude S 25° 12' 30" e Longitude W 48° 01' 15") e ao sul, pela barra do Rio Sai-Guaçu (Latitude S 25° 58' 37" e Longitude W 48° 35' 26") (Figura 1).

A costa apresenta-se recortada ao norte, pela desembocadura da Baía de Paranaguá, o maior e mais extenso complexo estuarino da costa sul brasileira, e ao sul pela Baía de Guaratuba. Os únicos trechos contínuos da linha costeira reduzem-se aos setores: setor ao norte da Baía de Paranaguá (Planície da Praia de Superagui); setor entre as baías (Planície da Praia de Leste), e setor ao sul da Baía de Guaratuba (Planície da Praia do Sai) (Bigarella *et al.*, 1978).

Toda a extensão da região litorânea é constituída por diversos ambientes como manguezais, marismas, bancos areno-lodosos, restingas, praias arenosas e costões rochosos. As praias arenosas mais extensas são as de Superagui ou Deserta (na Ilha de Superagui), a da Ilha das Peças, as da Planície da Praia de Leste, de Pontal do Sul à Caiobá, e as da Planície do Sai, compreendida por Guaratuba, Brejatuba e Sai.

Na Ilha do Mel as praias arenosas estão localizadas apenas na sua porção oriental, voltada para mar aberto, sendo ambientes com diferentes graus de exposição ao oceano. Esta ilha situa-se na desembocadura da Baía de Paranaguá, sendo limitada ao norte pelo Canal Norte ou Sueste e pela Ilha das Peças; ao sul separa-se do continente pelo Canal Sul ou da Galheta. Sua superfície total é de 30 km². É composta por uma parte sudeste formada por vários morros interligados por planícies de cordões arenosos e uma parte noroeste mais extensa ligada por um istmo com menos de 30 m de largura. A parte ocidental da ilha é voltada para o continente e banhada pelas águas do Mar de Dentro ou Saco do Limoeiro como são denominadas localmente (Angulo, 1992).

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

O clima do litoral é classificado como Cfa, que define-se como subtropical úmido mesotérmico, com verão quente (Angulo, 1992).

A temperatura média do mês mais quente está em torno de 29,0° C, e do mês mais frio apresenta média inferior a 18,0° C. A média anual da umidade relativa do ar é de aproximadamente 85 %. As precipitações são regulares em qualquer época do ano, estando em torno de 1988 mm anuais, e não há uma estação seca definida. O período mais

chuvoso ocorre nos meses de verão (fevereiro) e o mais seco no inverno (julho e agosto) (Dados fornecidos pelo Laboratório de Oceanografia Física/CEM/UFPR para o ano de 1994).

A dinâmica dos ventos no litoral paranaense é definida basicamente pelo Anticiclone do Atlântico Sul e pelo Anticiclone Migratório Polar, na sua ação sobre o ramo Atlântico da Massa Polar (Bigarella *et al.*, 1978). Os ventos predominantes na orla litorânea possuem direções leste e sul. Dados sobre a velocidade dos ventos fornecidos pela estação meteorológica de Pontal do Sul (entre 1982 e 1986) indicam um valor máximo de 25 m/s correspondente às direções sul e sul-sudeste. A velocidade média dos ventos nas direções predominantes para esse período, está acima de 6 m/s e concentram-se na primavera (Angulo, 1992).

Dados sobre ondas, marés e correntes de maré do litoral paranaense são escassos, principalmente as referências quanto às medições de ondas (Angulo, 1992). O litoral é regido por uma amplitude das marés de sizígias, marcadamente inferior a 2 m o que caracteriza um regime de micromarés. O tipo de maré é semidiurno-mista, ou seja, apresentando dois ciclos diários com amplitudes desiguais. Medições feitas em Pontal do Sul verificaram amplitudes médias de sizígia de 145 cm e de quadratura de 48 cm. Sobre correntes, as mais importantes são as de deriva litorânea e as de retorno. As correntes litorâneas de maré fluem paralelas à costa, em direção nordeste na enchente e sudeste na vazante (Portobrás, 1983a e b). A velocidade das correntes de maré para o canal da Galheta é de 80 cm/s na enchente e 90 cm/s na vazante (Dados fornecidos pelo Laboratório de Oceanografia Física/CEM/UFPR).

Quanto à caracterização sedimentológica, estudos feitos por Bigarella (1970/71) e Bigarella *et al.* (1966 e 1969), em vários trechos da planície costeira mostraram que as praias apresentam inclinação entre 2° e 6°, sendo constituídas por granulação relativamente uniforme com predomínio de areia fina ou média, em geral bem selecionada. Na Ilha do Mel, os sedimentos que constituem sua planície são classificados como areias finas e bem selecionadas (Angulo, 1992).

O CONCEITO DE PRAIA ARENOSA

O conceito do termo praia arenosa para muitos autores, ainda baseia-se em enfoques geográficos e geomorfológicos. Como exemplo, podemos citar a definição de King (1972): “acumulação de sedimentos não consolidados estendendo-se desde o nível médio da maré baixa até alguma expressão fisiográfica, tal como campo de dunas ou linha de vegetação permanente” ou a de Bigarella (1978): “faixa de areia sem vegetação situada na zona de ação das marés, ou área intermareal limitada pelos níveis de ação da baixamar e

preamar” ou ainda a de Angulo (1993): “faixa litorânea que vai desde a linha de costa até o nível médio de maré baixa”. Segundo Borzone & Gianuca (1990) estas conceituações não abrangem, no entanto, a parte submersa da praia onde ocorrem processos importantes para a formação da parte emersa, a praia “visível”.

A idéia de que a praia é um sistema dinâmico onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem entre si, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos, caracteriza uma nova concepção para a compreensão dos ecossistemas praias. Assim, novas conceituações têm sido recentemente formuladas como a de Swart (1983), que considera praia como “área litoral arenosa que é ativamente retrabalhada pela ação das ondas” ou a de Short (1993): “um depósito de sedimento acumulado pelas ondas, geralmente areia, distribuído desde o limite superior do lavado da onda e estendendo-se para fora através da zona de arrebentação até a profundidade em que as ondas conseguem mover o sedimento em direção à costa”.

A nomenclatura adotada neste trabalho para as zonas físicas da praia e seus limites baseia-se nas definições de zonação de Pérès (1982) e a de Borzone & Gianuca (1990) estando representada na figura 2. É reconhecida a existência de duas divisões no sistema praias: a porção aérea (exposta ao ar) e a porção subaquática (permanentemente submersa). A primeira porção seria compreendida como sendo a região permanentemente seca ou apenas atingida por marés de tempestades (**supralitoral**) e outra que sofreria alternadamente períodos de emersão e submersão devido às variações de maré, preamar e baixamar (**médiolitoral**). Já a praia subaquática, denominada genericamente de **infralitoral** seria dividida em três zonas: a zona de arrebentação, a zona de águas rasas e a zona de águas profundas. A zona de arrebentação é o local onde as ondas quebram e a turbulência hidrodinâmica é máxima, não existindo deposição de material fino. A zona de águas rasas é a faixa ainda sobre a influência da ação das ondas, mas onde a arrebentação ocorreria apenas durante tempestades. E, finalmente a zona de águas profundas é a faixa que se encontraria usualmente além da área de influência da ação das ondas.

MATERIAL E MÉTODOS

PROCEDIMENTO AMOSTRAL

AMOSTRAGEM PONTUAL

Foram realizadas amostragens em 10 diferentes praias do litoral paranaense. Seis praias localizadas na porção oriental da Ilha do Mel denominadas: Praia Ponta do Biccho, Praia da Fortaleza, Praia do Farol, Praia Fora Norte, Praia Grande, Praia Fora Sul e quatro praias localizadas na Planície da Praia de Leste: Praia de Pontal do Sul, Praia de Atami, Praia de Leste e Praia de Gaivotas (Figura 1).

Nos meses de fevereiro e março de 1993 foram escolhidos datas e horários próximos as maiores amplitudes de baixamares de sizigia, e realizada uma amostragem em cada praia escolhida. À partir da demarcação de uma transversal perpendicular à linha de costa, foram estabelecidos pontos de coleta com distância entre si de 5, 10, 15 ou 25 metros, de acordo com a extensão da praia, partindo-se de um ponto fixo na linha d'água até profundidades de 2 à 3 metros no infralitoral.

Em cada ponto foi coletada uma amostra de sedimento (amostrador cilíndrico de 5 cm de diâmetro x 12 cm de comprimento) e medidas a temperatura e a salinidade da água na arrebentação com termosalinômetro de campo portátil. Foram feitas observações de altura e período das ondas segundo metodologia descrita por Perillo & Piccolo (1987). Realizaram-se também medições do desnível da praia para a obtenção de um perfil topográfico e cálculo da inclinação praial, usando teodolito e régua metrada na parte aérea, e uma corda metrada na parte submersa da praia.

O material biológico (sedimento e indivíduos de *Mellita quinquesperforata*) foi coletado em cada ponto da transversal, sendo retiradas 3 amostras com o auxílio de um amostrador cilíndrico de metal apresentando 25 cm de diâmetro, enterrado até 15 cm no sedimento. Logo a seguir, a amostra era colocada em sacos de nylon confeccionados com malha de 0,5 mm e peneirada. Nos pontos localizados em maiores profundidades a amostragem foi feita por um mergulhador autônomo.

AMOSTRAGEM PERIÓDICA

Foram realizadas amostragens mensais em duas praias da Planície da Praia de Leste : Pontal do Sul e Atami. Na Praia de Atami amostrou-se durante 21 meses, no

período de fevereiro de 1992 a julho de 1994 e na Praia de Pontal do Sul amostrou-se durante 11 meses, no período de agosto de 1993 a julho de 1994.

Nos 10 primeiros meses de amostragem na Praia de Atami (fevereiro de 1992 a março de 1993) foi seguida a mesma metodologia da amostragem pontual para o estabelecimento dos pontos de coleta e obtenção dos parâmetros físicos, sedimentológicos, topográficos e biológicos. No restante do período, tanto nesta praia como na de Pontal do Sul a metodologia sofreu algumas modificações: foram somente registrados os parâmetros abióticos temperatura e salinidade da água e observações de onda; para a obtenção de material biológico houve troca de amostrador na tentativa de se aumentar a eficácia na captura de indivíduos pequenos (recrutas e juvenis). Confeccionou-se pois, um amostrador retangular de metal com 25 cm de comprimento e 20 cm de largura apresentando uma rede de malha 0,5 mm acoplada e sendo enterrado até 10 cm no sedimento. Tal amostrador foi operado por mergulhador em diferentes trechos da distribuição de *Mellita quinquiesperforata*.

Na Praia de Atami, foi amostrada apenas a porção inicial da ocorrência de indivíduos. Na Praia de Pontal do Sul foram amostrados os trechos inicial e final da distribuição e um ponto médio entre esses dois, sendo retiradas em cada um desses 5 amostras. Para a demarcação dos limites do banco foi fixado um ponto no início da linha d'água à partir do qual eram anotados as distâncias (em metros), com o auxílio de uma corda metrada, dos trechos limítrofes (início e fim) da ocorrência de organismos.

TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

SEDIMENTO

As amostras de sedimento foram processadas no Laboratório de Oceanografia Geológica/CEM/UFPR. Para a análise granulométrica empregou-se a técnica de peneiramento a seco, descrita por Suguio (1973).

No tratamento estatístico dos resultados da análise granulométrica foram utilizadas as formulações de Folk & Ward (1957) processados com o programa GRANULO (Departamento de Geociências, UNESP - Rio Claro) para microcomputador PC. Obteve-se os seguintes parâmetros (expressos em unidades ϕ): diâmetro médio dos grãos, desvio-padrão ou grau de seleção do sedimento (σ), mediana, assimetria e curtose.

AVALIAÇÃO DO ESTADO MORFODINÂMICO PRAIAL

O conceito de morfodinamismo é uma nova proposta de classificação desenvolvida entre as décadas de 70 e 80 pela escola australiana de geomorfologia costeira para o que vem a ser sugerido como tipo ou estágio praial, ou seja, a concepção de que a natureza de ondas, correntes, extensão e forma da zona de arrebentação, perfil e topografia da praia dentre outros fatores, determinariam o estado morfodinâmico de uma praia. Trabalhos como os de Wright *et al.* (1979); Wright, Short & Nielsen (1982); Wright, Guza & Short (1982), Wright & Short (1984); Short (1984) e Wright *et al.* (1986) consolidaram e tornaram usual este conceito.

Para a determinação do estado morfodinâmico foi proposta a utilização do índice conhecido como *surf scaling parameter* (ϵ) definido pela fórmula:

$$\epsilon = a_b \omega^2 / g \tan^2 \beta \quad (\text{Guza \& Inman, 1975})$$

onde a_b é a amplitude da arrebentação, ω é a frequência em radianos da onda incidente, g é a aceleração da gravidade e β a inclinação do perfil praial.

São reconhecidos dois extremos morfodinâmicos: o altamente reflectivo e o totalmente dissipativo. Em termos gerais, o primeiro estado morfodinâmico caracterizaria praias com perfil predominantemente íngreme, com zona de arrebentação estreita onde grande parte da energia das ondas incidentes é refletida e o outro extremo corresponderia a praias com suave declividade, acentuada deposição de areia, ampla zona de arrebentação com uma ou múltiplas barras submersas, onde as ondas dissipam a maior parte da energia (Wright *et al.*, 1979 e Wright & Short, 1984). Condições extremamente reflectivas seriam expressas por valores calculados para o índice ϵ abaixo de 2,5; intervalos entre 2,5 e 20 caracterizariam ambientes dissipação e valores de ϵ acima de 20, caracterizariam ambientes com alta dissipação.

É sugerido ainda que entre esses extremos ocorrem também estados morfodinâmicos intermediários que possuem elementos tanto dissipativos quanto reflectivos, conjugando a interação da ação das ondas e marés com a morfologia praial. Desta forma são definidos ao todo 6 tipos morfodinâmicos: **praias dissipativas, praias com barra e cava litorânea longitudinal, praias com barra rítmica ou ondulante, praias com barra e correntes de retorno transversais, praias com terraço de baixa-maré e praias reflectivas.**

Um segundo índice também utilizado é o ômega (Ω) proposto por Wright & Short (1984) que reconhece, além da altura e o período da onda, o tamanho do grão de areia como variável controladora do estado morfodinâmico. Sua formulação é conhecida como:

$$\Omega = H_b / \omega_s \cdot T \quad (\text{Dean, 1973})$$

onde H_b = a altura da arrebentação, ω_s = velocidade média de decantação das partículas sedimentares em cm e T = período da onda.

Mais recentemente, Masselink & Short (1993) revisaram esta conceituação e acrescentaram o fator maré como agente influenciador dos processos hidrodinâmicos costeiros. Os valores do índice para os diferentes estados morfodinâmicos em ambientes com micromarés sofreram modificação apenas quanto aos intervalos, agora definidos por: $\Omega < 2$ (praias reflectivas), Ω entre 2 e 5 (praias intermediárias) e $\Omega > 5$ (praias dissipativas).

Os dados de observações de onda (altura e período), assim como o valor médio do sedimento do médiolitoral e a inclinação do perfil infralitoral da praia foram utilizados no cálculo dos índices acima mencionados.

MATERIAL BIOLÓGICO

De cada amostra foram separados os indivíduos de *Mellita quinquiesperforata* e fixados em solução de formalina à 10%. Os exemplares foram medidos quanto ao comprimento da carapaça (distância entre o ambulacro AIII e o interambulacro I5) e a largura (distância perpendicular no ponto central ao eixo antero-posterior) utilizando paquímetro de precisão 0,02 mm (Figura 3).

A densidade de organismos por ponto de coleta foi calculada a partir da soma das amostras e expressa como número de indivíduos.m⁻².

Para a comparação de caracteres morfométricos de *Mellita quinquiesperforata* em diferentes praias, foram escolhidos os indivíduos com largura da caparaça acima de 40 mm das praias amostradas pontualmente, totalizando o número de 79 animais. Trinta e três variáveis morfométricas foram mensuradas, segundo sugestão de Harold & Telford (1990) para as espécies do gênero *Mellita*, a saber:

COMPRIMENTO DA CARAPAÇA	CC	distância entre o ambulacro AIII e o interambulacro I5
LARGURA DA CARAPAÇA	LC	distância perpendicular no ponto central ao eixo antero-posterior (longitudinal)
COMPRIMENTO AMBULACRAL	CAI, CAII e CAIII	distância da margem do peristômio ² até o âmbito dos ambulacros AI, AII e AIII
COMPRIMENTO INTERAMBULACRAL	CI3, CI4 e CI5	distância da margem do peristômio até o âmbito ³ dos interambulacros I3, I4 e I5
COMPRIMENTO DA LÚNULA AMBULACRAL	CLAIV e CLAV	extensão das lúnulas presentes nos ambulacros IV e V
LARGURA DA LÚNULA AMBULACRAL	LLAIV e LLAV	extensão medida no ponto central das lúnulas presentes nos ambulacros IV e medida na superfície aboral
POSIÇÃO DA LÚNULA AMBULACRAL	PLAIV e PLAV	distância da margem adapical ⁴ das lúnulas presentes nos ambulacros IV e V até o centro do madreporito.
EXTENSÃO DO CANAL DE PRESSÃO DE DRENAGEM	ECDIII, CDIV e ECDV	distância máxima entre os canais de alimentação primários dos ambulacros III, IV e V
PERFIL LONGITUDINAL	P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7	espessura da testa em 7 pontos equidistantes ao longo do eixo longitudinal começando no âmbito
PERFIL TRANSVERSAL	PT1, PT2 e PT3	espessura da testa ao longo do eixo transversal no ponto médio do eixo longitudinal
ESPESSURA MÁXIMA	EM	espessura da testa no ponto mais vertical do eixo antero-posterior
POSIÇÃO DA ESPESSURA MÁXIMA	PEM	distância da espessura máxima até o âmbito anterior
COMPRIMENTO DA LÚNULA ANAL	CLAN	extensão da lúnula presente no interambulacro I5 medida na superfície aboral
LARGURA DA LÚNULA ANAL	LLA	extensão transversal medida no ponto central da lúnula presente no interambulacro I5.
POSIÇÃO DA LÚNULA ANAL	PLA	distância da margem adapical da lúnula até o centro do madreporito
POSIÇÃO DO SISTEMA APICAL	PSAD	distância do centro do madreporito até o âmbito anterior (AIII)

Na figura 3 são indicados na superfície oral e aboral da carapaça de *M. quinquiesperforata*, os pontos de localização ou de referência das citadas variáveis.

Os dados foram tratados pelo método PCA (Análise dos Componentes Principais) através do programa STATGRAPHICS (versão 7.0). A análise de caracteres morfométricos através de técnicas multivariadas é comumente empregada em estudos de padrões de variância numa série de variáveis de uma população ou entre populações. O PCA é uma técnica de ordenação onde um conjunto de variáveis, após ser analisado em uma matriz de covariância ou de correlação, transforma-se em um novo conjunto de variáveis não correlatas: os componentes principais, plotados num espaço multidimensional onde os eixos ortogonais são os próprios componentes. Em geral os três primeiros componentes definidos pelo método são aqueles que sintetizam as maiores percentagens de variância total dos dados.

² peristômio = região ao redor da boca
³ âmbito = bordo da carapaça
⁴ adapical = oposto ao ápice

Neste trabalho a análise pelo PCA foi empregada para detectar variações em caracteres morfométricos e avaliar possíveis padrões fenotípicos entre populações dessa espécie.

Para o estudo da dinâmica populacional de *Mellita quinquiesperforata* utilizou-se o material biológico (3432 indivíduos) coletado durante a amostragem periódica das praias de Atami (fevereiro de 1992 à julho de 1994) e de Pontal do Sul (agosto de 1993 à julho de 1994).

Foram confeccionados histogramas de frequência de tamanho (sendo escolhida a dimensão corpórea largura da carapaça) com intervalos de classe de 2,0 mm. Estes histogramas foram interpretados e analisados para a determinação de parâmetros populacionais como crescimento, recrutamento e mortalidade. Para tanto, foi utilizado o programa para microcomputador PC FISAT ("Fish Stock Assessment Tools"- FAO & ICLARM, Pauly, D.)

Entre os programas para computador conhecidos em análises de frequência de tamanho, o ELEFAN ("Eletronic Length Frequency Analysis") é um dos mais utilizados. Este pacote foi desenvolvido inicialmente por Pauly (1982), Pauly & David (1980 e 1981) para a estimação de parâmetros de crescimento e mortalidade em populações de peixes. Foi posteriormente aperfeiçoado por Brey & Pauly (1986) e Brey *et al.* (1987) e recentemente revisado com a inclusão de novas rotinas por Gayanilo *et al.* (1989).

O FISAT é um pacote ainda em fase de aprimoramento sendo fundamentalmente uma reestruturação e expansão de rotinas do programa ELEFAN e algumas outras novas.

Foram utilizadas as seguintes rotinas do FISAT:

a) **Estimativas preliminares da largura assintótica ou infinita (L_{∞}) e relação taxa de mortalidade (Z) / taxa de crescimento (K):** pelo Método Powell-Wetherall da rotina Ajustamento Direto dos Dados de Frequência de Comprimento. É plotado o logaritmo natural da abundância de indivíduos em várias classes de idade [$\ln (N_i/\Delta t)$], onde N_i = número de indivíduos da i-ésima classe de tamanho e Δt = tempo médio que os indivíduos levam para crescer dentro de cada intervalo de classe, contra a sua idade correspondente "t" (idade relativa). O gráfico originado denomina-se "curva de captura"; a escolha de um ponto da curva permite ao programa o cálculo de uma equação de regressão e as primeiras estimativas dos parâmetros L_{∞} e relação Z/K.

b) **Estimativa definitiva dos parâmetros populacionais:** pela sub-rotina Elefan I, da rotina Ajustamento Direto dos Dados de Frequência de Comprimento. O Elefan I utiliza o

modelo de crescimento da equação de von Bertalanffy modificada para oscilações sazonais:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0) + CK/2\pi \sin 2\pi(t-t_s)}]$$

onde, L_t = comprimento estimado do indivíduo na idade “t”, L_∞ = comprimento assintótico, K = constante de crescimento, t_0 = idade teórica do indivíduo com comprimento zero, t_s = período do ano em que a taxa de crescimento assume um valor máximo, C = amplitude sazonal de variação no crescimento ou constante de sazonalidade (cujo intervalo de variação é de 0 à 1).

Nesta sub-rotina, para uma dada série de distribuições de frequência reestruturadas são estimados os parâmetros L_∞ , K , C , WP (“Winter Point” ou época do ano em que ocorre a menor taxa de crescimento), SL (“Starting Length”) e o SS (“Starting sample”) que são valores (pontos) estabelecidos arbitrariamente por onde a curva deve passar. Com a interpretação desta série, sequencialmente arranjada no tempo, são traçadas então as curvas de crescimento. As melhores curvas são definidas pelo programa baseado na medida de ajuste:

$$R_n = 10^{(ESP/ASP)} / 10$$

onde **ESP** = somatório de picos explicados pela curva traçada e **ASP** = somatório dos picos identificados nas distribuições de frequência. A relação expressa pelo R_n indica o melhor ajuste encontrado pelo programa para uma dada curva e seu valor máximo é 1.

c) **Mortalidade Total (Z)**: foi estimada através dos dados de comprimento da curva de captura pelo método Powell-Wetherall. Os valores fornecidos pelo trecho descendente da curva (já que a mortalidade teórica da população segue um modelo exponencial negativo) são descritos na forma de uma equação de regressão: $\ln(N_i/\Delta t) = a + b^t$, onde a mortalidade Z corresponde ao coeficiente angular b ($Z = -b$).

d) **Modelo de Recrutamento**: foi estimado pela projeção de cada amostra de frequência de comprimento para trás de um eixo de tempo ao serem fornecidos os parâmetros L_∞ , K , C e WP. O modelo é expresso através de um histograma cujas oscilações refletem a sazonalidade do recrutamento da população em questão.

Para a análise comparativa do ciclo reprodutivo de *Mellita quinquiesperforata* utilizou-se o material biológico coletado na amostragem periódica das praias de Atami e de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1992 à julho de 1994.

Mensalmente foram escolhidos 20 animais de cada praia, com largura da carapaça maior que 40 mm, totalizando 440 exemplares utilizados nesse estudo. Após o procedimento de fixação e mensuração, cada animal foi dissecado, sendo retirada a máxima quantidade possível de tecido gonadal presente. As gônadas e o restante do material corpóreo (carapaça, epiderme e espículas) passaram por secagem em estufa a 60° C por 1 e 24 horas respectivamente, sendo então pesados em balança analítica com precisão de 0,00001 g obtendo-se o peso seco da gônada e carapaça + epiderme e espículas. Para a obtenção do peso da carapaça livre de cinzas, após esta primeira pesagem, o restante do material corpóreo foi queimado em mufla a 500° C por 1 hora.

A avaliação do estado de desenvolvimento das gônadas dos indivíduos numa população é comumente utilizada na análise do ciclo reprodutivo, podendo ser feita através de descrições histológicas e/ou quantificada pelo cálculo de índices que expressem a participação das gônadas no peso total do animal. O Índice Gonadal (IG) tem sido largamente utilizado em equinóides regulares: Pearse (1969), Bauer (1976), Gonor (1972 e 1973), Ernest & Blake (1981), Lessios (1981), Grant & Tyler (1983), Pearse & McClintock (1990) Laedsgaard *et al.* (1991), e irregulares: Vernon *et al.* (1993) e Guettaf & San Martin (1995), sendo definido por esses autores como sendo a relação:

$$\text{IG} = \text{Peso (seco) das gônadas} / \text{Peso (seco) total} \times 100$$

Além do IG, também é comumente analisada a variação de outros índices orgânicos, como cecos pilóricos em asteróides (Scheibling, 1981), árvores respiratória em holoturóides (Hamel *et al.*, 1993) e intestino (trecho entre esôfago e reto) em equinóides (Pearse, 1969) durante o ciclo reprodutivo. Baseado nestes trabalhos foram calculados também os índices para o intestino + tecidos internos (IT) e carapaça (IC) sendo expressos como:

$$\text{IT} = \text{Peso (seco) do intestino + tecidos internos} / \text{Peso (seco) total} \times 100$$

$$\text{IC} = \text{Peso (seco) da carapaça} / \text{Peso (seco) total} \times 100$$

Desta forma, os índices IG, IT e IC foram calculados por indivíduo, a cada mês, em ambas as praias. As médias mensais foram testadas através da análise de variância uni-fatorial (ANOVA) ao nível de significância $\alpha = 0,05$. Diferenças significativas foram avaliadas posteriormente pelo teste de comparações múltiplas de Tuckey. Foram feitas também regressões lineares simples entre cada índice e a largura dos indivíduos das praias de Atami e de Pontal do Sul a fim de se verificar a independência ou não desses índices quanto à dimensão citada.

RESULTADOS

O AMBIENTE FÍSICO

AS PRAIAS DA ILHA DO MEL E PLANÍCIE DA PRAIA DE LESTE (AMOSTRAGEM PONTUAL)

Os resultados da amostragem pontual (fevereiro e março de 1993) quanto aos parâmetros temperatura e salinidade da água e as observações de onda encontram-se na tabela 1. O maior valor para a temperatura da água ocorreu na Praia da Fortaleza: 29,6°C e o menor na Praia de Pontal do Sul: 26,0°C. As praias da Ilha do Mel apresentaram os maiores valores dentro deste intervalo do que as praias da Planície da Praia de Leste. A salinidade atingiu os maiores valores nas praias Grande e Fora Sul: 36,5 ‰ e 35,9 ‰, respectivamente e o menor valor foi registrado na Praia do Farol: 29,3 ‰.

Quanto à altura e o período de onda, ficou clara a distinção de dois extremos: praias com valores para altura de onda entre 173,0 cm e 116,0 cm e de período entre 13,2 s e 8,4 s como Praia Grande, Praia Fora Norte, Praia da Fortaleza e Praia Fora Sul, e praias com valores menores de altura de onda, variando de 48,0 cm à 5,0 cm e período entre 12,0 s à 2,6 s como Praia do Farol, Praia Ponta do Biccho e as praias da Planície da Praia de Leste: Praia de Pontal do Sul, Praia de Atami, Praia de Leste e Praia de Gaivotas.

Em relação à inclinação da praia são apresentados na tabela 1 os valores do ângulo de inclinação β dos trechos do médiolitoral e infralitoral. De um modo geral a inclinação do médiolitoral foi menor do que os do infralitoral, com valores oscilando entre 2,54° (Praia da Fortaleza) a 1,09° (Praia de Atami). No infralitoral o ângulo β variou de 4,19° (Praia Ponta do Biccho) a 0,64° (Praia Fora Norte). As praias Ponta do Biccho, da Fortaleza, do Farol, de Pontal do Sul, de Leste e de Gaivotas foram as que apresentaram maiores inclinações de perfil praiial, com valores de β próximos ou superiores a 2°, como pode ser constatado através dos perfis topográficos (figuras 4 e 5). Já as praias Fora Norte, Grande, Fora Sul e de Atami apresentaram inclinações menores com valores de β próximos a 1°. Uma nítida formação barra-canal no infralitoral foi observada nas praias de Leste e de Gaivotas. Nas praias Grande e Fora Sul uma formação menor de banco/cava conhecida como *ridge-runnel*, ocorreu próximo à linha d'água (médiolitoral).

Os resultados da amostragem pontual quanto aos parâmetros da análise sedimentológica encontram-se na tabela 4. Nesta tabela são mostrados os valores de cada parâmetro por ponto da transversal, à partir da linha d'água, e um valor médio para o infralitoral. As distâncias (em metros) relativas a cada ponto também foram discriminadas.

Nas praias da Ilha do Mel, o valor médio do tamanho do grão e mediana tanto para os pontos do infralitoral esteve dentro do intervalo entre 2 e 3ϕ sendo caracterizados como areia fina. Nas praias da Planície da Praia de Leste, apenas Praia Gaivotas apresentou valores médios do sedimento em alguns pontos do infralitoral dentro do intervalo de 1 à 2 ϕ , classificado como areias médias, o valor médio do sedimento do infralitoral no entanto, foi classificado como areia fina. Nas demais praias tanto os sedimentos do infralitoral apresentaram valores do tamanho do grão classificados como areias finas.

Os sedimentos do infralitoral de todas as praias da Ilha do Mel, com exceção da praia Ponta do Biccho, assim como os das praias Pontal do Sul e Atami foram classificadas como muito bem selecionados. Os sedimentos do infralitoral para as praias Ponta do Biccho, de Leste e de Gaivotas foram classificados como moderadamente selecionados.

Quanto à assimetria, sedimentos do infralitoral das praias da Ilha do Mel apresentaram-se como assimétricos negativos (tendência a sedimentos mais grosseiros) nas praias Ponta do Biccho e da Fortaleza e simétricos (sedimentos homogêneos) nas praias do Farol, Praia Grande e Praia Fora Sul e assimétricos positivos (tendência a sedimentos mais finos) na praia Praia Fora Norte. Nas praias da Planície da Praia de Leste os sedimentos do infralitoral de Pontal do Sul, de Atami e de Gaivotas foram classificados como simétricos. A única exceção foi Praia de Leste onde os sedimentos infralitoral foram classificados como assimétricos negativos.

Em relação à curtose gráfica os sedimentos nas praias da Fortaleza, do Farol, Grande, de Pontal do Sul, de Atami e de Leste a classificação para os pontos do infralitoral foi a de sedimentos leptocúrticos. Nas praias Ponta do Biccho e Fora Sul estes sedimentos foram classificados como muito leptocúrticos e nas praias Fora Norte e Gaivotas como mesocúrticos.

O valor do *surf scaling parameter* (ϵ) calculado para as praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste variou de 233,0 (Praia Fora Norte) a 4,0 (Praia de Leste) (tabela 1). As praias Ponta do Biccho, da Fortaleza, do Farol, de Pontal do Sul, de Leste e de Gaivotas apresentaram valores de ϵ entre 2,5 e 20,0 caracterizando-as como ambientes com dissipação, enquanto que as praias Fora Norte, Grande, Fora Sul e de Atami tiveram valores de ϵ maiores que 20,0 classificando-se como ambientes com alta dissipação.

Os valores de ômega (Ω) classificaram como dissipativas as praias Fortaleza, Fora Norte, Grande e Fora Sul com Ω variando entre 9,6 a 7,8. As praias de Atami e Ponta do Biccho foram classificadas como intermediárias com valores de Ω iguais a 4,5 e 3,5, respectivamente. As praias do Farol, de Pontal do Sul, de Leste e de Gaivotas foram classificadas como reflectivas com Ω variando entre 1,8 e 1,1.

A PRAIA DE ATAMI (AMOSTRAGEM PERIÓDICA)

Os resultados da amostragem periódica (fevereiro de 1992 à julho de 1994) quanto aos parâmetros temperatura e salinidade da água e as observações de onda encontram-se na tabela 2. A temperatura da água variou de 28,5°C em fevereiro e março/93 a 15,0°C em agosto/93. A salinidade atingiu um valor máximo de 35,0 ‰ em maio/94 e chegou a um mínimo de 24,5 ‰ em março/94.

A altura de onda variou de 36,6 a 100,0 cm. O menor valor ocorreu em novembro/92 e os maiores em junho/92, janeiro e março/94. Os períodos de onda oscilaram entre 4,2 s e 13,3 s. O menor valor ocorreu em setembro/92 (4,2 s) e os maiores valores ocorreram nos meses de dezembro/92 (13,0 s) e janeiro/94 (13,3 s). O valor do ângulo de inclinação β (calculado durante o período de fevereiro de 1992 a março de 1993) para o médiolitoral, variou entre 0,98° (fevereiro/92) e 1,39° (abril/92) e foi em geral superior aos valores de inclinação para o infralitoral. Os valores de β para o infralitoral oscilaram de 0,67° (fevereiro/92) a 2,38° (junho/92). Os valores de janeiro a julho/94 apresentados nesta tabela, representam valores médios do ângulo de inclinação para o primeiro ano de amostragem e foram assumidos para o cálculo dos índices morfodinâmicos.

Na tabela 5 são apresentados os resultados da análise granulométrica com os parâmetros estatísticos calculados para os pontos do infralitoral. Os valores médios do tamanho do grão e mediana foram classificados como areia fina, com tendência à muito fina, em praticamente todo o período de amostragem periódica (tabela 5). De um modo geral, os sedimentos dos pontos de coleta localizados à maiores distâncias da linha d'água foram classificados como areia muito fina.

Os valores médios para o desvio-padrão classificaram-se de muito bem à bem selecionados. Em março/92 alguns pontos tiveram seus sedimentos classificados como moderadamente selecionados. Quanto à assimetria, os sedimentos apresentaram-se na maioria dos meses classificados como assimétricos negativos. Em relação à curtose gráfica, os sedimentos do infralitoral foram predominantemente classificados como mesocúrticos.

Os maiores valores para o *surf scaling parameter* (ϵ) estiveram concentrados no primeiro ano de amostragem (tabela 2). Os maiores valores ocorreram em setembro/92 (581,5), abril/92 (533,2) e fevereiro/93 (269,6). Os menores valores encontrados 28,7 e 32,6 foram registrados para os meses de novembro e dezembro/92. Em nenhum mês, no entanto o valor para o índice ϵ foi menor que 20, indicando um ambiente com alta dissipação em qualquer época do ano.

Quanto ao índice ômega os valores oscilaram entre 2,5 (novembro/92) e 12,9 (setembro/92). Os valores de ômega caracterizaram a Praia de Atami como um ambiente dissipativo em praticamente todos os meses amostrados. Apenas nos meses de março, novembro e dezembro/92, março/93, abril e junho/94 os valores de ômega corresponderam à classificação de praia intermediária.

A PRAIA DE PONTAL DO SUL (AMOSTRAGEM PERIÓDICA)

Os resultados da amostragem periódica (agosto/93 à julho/94) quanto aos parâmetros físicos (temperatura e salinidade da água e observações de onda) encontram-se na tabela 3. O maior valor para a temperatura da água foi de 26,5°C (janeiro/94) e o menor foi de 17,0°C (agosto/93). A salinidade variou de 32,0 ‰ (maio e junho/94) a 25,5 ‰ (março/94).

A altura da onda oscilou entre 50,0 cm (maio/94) e 10,0 cm. Os períodos variaram de 7,5 s (outubro/93) a 3,7 s (abril/94). Os valores para o ângulo de inclinação β do médio e infralitoral verificados na tabela 3 e utilizados no cálculo dos índices morfodinâmicos, correspondem aos valores obtidos na amostragem pontual (março/93).

O valor do índice *surf scaling parameter* (ϵ) oscilou entre 19,2 (abril/94) e 3,1 (outubro/93 e janeiro/94). A maior parte dos meses amostrados o índice classificou a praia como um ambiente com dissipação; os valores porém estiveram muito próximos ao limite da classificação de ambiente com condições reflectivas ($\epsilon < 2,5$). Apenas nos meses de abril/94 ($\epsilon = 19,2$) e maio/94 ($\epsilon = 16,2$) os valores de ϵ realmente devem ser interpretados como de ambiente com dissipação. Os valores de ômega oscilaram entre 6,9 (maio/94) e 1,4 (março/93). Na maioria do período de amostragem a Praia de Pontal do Sul foi classificada como praia reflectiva; apenas nos meses de abril/94 ($\Omega = 5,8$) e maio/94 ($\Omega = 6,9$) ela foi classificada como dissipativa.

A ANÁLISE BIOLÓGICA

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DENSIDADE

A distribuição espacial de *Mellita quinquesperforata* apresenta-se sob a forma de uma faixa bem definida de organismos, submersa e paralela à costa, iniciando-se a distância variada em relação à linha d'água (nível da baixamar de sizígia). Em muitas praias, o limite mais externo desta distribuição, no entanto, não foi detectado devido à pequena extensão (comprimento) dos transectos, em geral estabelecidos somente até 2 a 3 m de profundidade. Supõe-se, entretanto que a faixa de indivíduos deva se estender

consideravelmente mais distante da costa, pois mesmo nos últimos pontos de coleta registrou-se aumento progressivo do número de indivíduos.

Na tabela 6 podem ser visualizadas as distâncias dos pontos de coleta em relação à linha d'água e densidades de indivíduos adultos (indivíduos com largura acima de 40 mm) e na tabela 7 os juvenis (indivíduos com largura abaixo de 40 mm), das praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste. Os indivíduos adultos de *Mellita quinquiesperforata* estiveram mais próximos da linha d'água na Praia Fora Sul (a 15 m) e Praia de Pontal do Sul (a 25 m). Na Praia do Farol o início do banco ocorreu à partir de 30 m; a 40 m na Praia da Fortaleza e a 45m na Praia Fora Norte e somente a 90 m na Praia de Atami. O banco provavelmente tem uma maior extensão nas praias Grande, Fora Sul e de Atami devido ao grande número de indivíduos ainda verificados nos últimos pontos das transversais. Nas praias de Gaivotas e de Leste os indivíduos adultos só ocorreram no último ponto das transversais: a 100 e 120 m, respectivamente. Os juvenis ocorreram nos pontos mais próximos da linha d'água aos 10 m nas praias do Farol e de Pontal do Sul, a 15 m na Praia Fora Sul estendendo-se também à distâncias maiores como na Praia de Gaivotas a 100 m, Praia Grande a 115 m, Praia de Leste a 120 m e Praia de Atami a 120 e 150 m. Na Praia Ponta do Biccho só ocorreram juvenis a 20 m; na Praia da Fortaleza a 40 e 50 m.

As maiores densidades de adultos ocorreram nas praias Fora Sul (434 indivíduos.m⁻² a 30 m e 230 indivíduos.m⁻² a 15 m) e de Atami (394 indivíduos.m⁻² a 150 m e 251 indivíduos.m⁻² a 120 m). Na Praia Grande a densidade máxima foi de 244 indivíduos.m⁻² a 115 m. Na Praia de Pontal do Sul foram encontrados 122 indivíduos.m⁻² a 25 m. Valores de densidades entre 50 e 100 indivíduos.m⁻² foram encontrados nas praias da Fortaleza, Fora Norte e de Gaivotas. A maior densidade de indivíduos juvenis ocorreu na Praia de Leste: 102 indivíduos.m⁻² a 120 m, seguido de Atami com 74 indivíduos.m⁻² a 150 m e 54 indivíduos.m⁻² a 120 m.

VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRAIA DE ATAMI

A distribuição espaço-temporal de *Mellita quinquiesperforata* na Praia de Atami pode ser visualizada nas tabelas 8 e 9 que apresentam respectivamente as distribuições e densidades de adultos e juvenis por pontos de coleta. São também indicadas as distâncias de cada ponto em relação à linha d'água (adotado como nível médio da baixamar de sizígia - 0 m).

A distribuição de adultos ao longo do período de amostragem, ocorreu nos pontos mais afastados da linha d'água, entre 60 m e 180 m de distância. Esteve mais próxima, a 60 m, nos meses de janeiro e fevereiro/93 e em junho e novembro/92 somente

à partir de 180 m. Sua ocorrência limitou-se progressivamente aos pontos mais afastados da transversal no período de fevereiro à setembro/92. Nesse último mês não foi registrada a presença de indivíduos adultos. Em novembro/92 o banco foi detectado a 180 m, retornando aos pontos mais próximos da linha d'água, nos primeiros meses de 1993.

Pode ser constatada a presença de juvenis em diversos pontos da transversal, desde a linha d'água (0 m) até 180 m. De setembro/92 a janeiro/93 foi extremamente expressiva a ocupação dos trechos entre 30 m e 120 m sendo registrados os maiores valores de densidade desses indivíduos.

A maior densidade alcançada por *Mellita quinquesperforata* foi a de indivíduos adultos, com 690 indivíduos.m⁻² em fevereiro/92, a 180 m de distância da linha d'água. Os maiores valores de densidades estiveram relacionados aos pontos mais afastados da costa, entre 90 m e 180 m. A densidade máxima alcançada pelos juvenis ocorreu em novembro/92: 508 indivíduos.m⁻² a 90 m.

VARIAÇÃO TEMPORAL NA PRAIA DE PONTAL DO SUL

A distribuição espaço-temporal de *Mellita quinquesperforata* na Praia de Pontal do Sul é mostrada na figura 6. Devido à estreita faixa de ocorrência de indivíduos nesta praia, foi possível a delimitação do início e final do banco. A distância 0 m corresponde ao nível de baixamar de sizígia no dia da amostragem. Durante o período de amostragem o banco de *Mellita quinquesperforata* ocorreu entre distâncias de 20 m a 60 m da linha d'água. Sua distribuição mais afastada da costa ocorreu em julho/94 com início e final do banco entre 47 m e 57 m. Em grande parte dos meses os limites de ocorrência de indivíduos estiveram entre 20 m e 40 m. Quanto à largura do banco suas extensões variaram de 4 m (fevereiro/94) a 19 m (junho/94).

As densidades de indivíduos adultos encontram-se na tabela 10 e as de juvenis na tabela 11. As maiores densidades registradas para os adultos foram de 748 indivíduos.m⁻² (dezembro/93), 732 indivíduos.m⁻² (janeiro/94) e 600 indivíduos.m⁻² (abril/94) todas para o ponto B. Em janeiro e fevereiro/94 e entre abril e julho/94 ocorreram indivíduos também no ponto A, com um valor máximo de 524 indivíduos.m⁻². No ponto C ocorreram indivíduos somente em alguns meses do ano, sendo registrado no mês de janeiro/94 o maior valor de densidade: 264 indivíduos.m⁻².

Os valores de densidades de indivíduos juvenis foram inferiores aos encontrados para os adultos. O valor máximo encontrado foi de 28 indivíduos.m⁻² em janeiro/94 no ponto B. Nos demais meses e frequentemente no ponto B as densidades foram sempre abaixo de 20 indivíduos.m⁻².

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Das 10 praias amostradas apenas 8 delas apresentaram indivíduos com largura da carapaça acima de 40 mm. Foram examinados indivíduos com os seguintes intervalos de tamanho para cada praia: Praia do Farol (1 exemplar com 72 mm), Praia da Fortaleza (2 exemplares com largura da carapaça entre 58 à 60 mm), Praia Fora Sul, (15 exemplares com largura da carapaça entre 45 e 62 mm), Praia Grande (15 exemplares com largura da carapaça entre 52 e 58 mm), Praia de Pontal do Sul (15 exemplares com largura da carapaça entre 49 e 55 mm), Praia de Atami (15 exemplares com largura da carapaça entre 54 e 62 mm), Praia de Leste (10 exemplares com largura da carapaça entre 44 e 58 mm) e Praia de Gaivotas (2 exemplares com largura da carapaça entre 48 e 51 mm).

Na primeira análise realizada, foram considerados todos os indivíduos mensurados (análise I). Os três primeiros componentes ordenados pelo PCA totalizaram cerca de 67,7 % da variação observada (Componente 1 = 49,1 %; Componente 2 = 11,9 % e Componente 3 = 6,7 %). Foram utilizados somente os dois primeiros componentes que totalizaram 61,0 % da variação, sendo mostrados na tabela 12 os valores que compõem os pesos das variáveis utilizadas. O componente 1 esteve mais correlacionado com as variáveis comprimento (CC) e largura da carapaça (LC), comprimentos ambulacrais (CAI, CAII e CAIII) e interambulacrais (CI3, CI4 e CI5), comprimento da lúnula ambulacral V (CLAV), posição das lúnulas ambulacrais (PLAIV e PLAV) e anal (PLAN) e posição do sistema apical (PSAD). As variáveis de maior peso junto ao componente 2 foram aquelas que referiram-se às medidas de espessura da carapaça (PL1, PL2, PL3, PL4, PL5, PL7, PT1, PT2 e PT3), e com a largura da lúnula anal (LLAN). O componente 2 teve como variável de maior peso negativo a medida de comprimento da lúnula IV (CLAIV).

A figura 7a mostra o gráfico obtido pelo PCA para a análise I, com o componente 1 plotado no eixo horizontal e o componente 2 no eixo vertical. Pode ser observada uma grande proximidade entre os indivíduos de praticamente todas as praias, com exceção do indivíduo da Praia do Farol, totalmente isolado do agrupamento mais centralizado. Este indivíduo por apresentar os maiores valores de dimensões corpóreas, destacou-se dos representantes das demais praias. O mesmo foi observado para um dos dois indivíduos da Praia da Fortaleza. Os indivíduos das outras praias apesar de estarem mais próximos, também apresentaram algum distanciamento entre grupos, como foi o caso dos representantes das praias Grande e de Atami, em relação aos indivíduos das praias de Pontal do Sul e Fora Sul. Os indivíduos das praias Grande e de Atami diferiam dos da praia Fora Sul quanto ao comprimento e posição da lúnula ambulacral IV, posição da

lúnula anal e extensão do sistema adapical. Também foi constada uma maior distância entre os indivíduos da Praia de Atami e os da praia Fora Sul quanto à espessura da carapaça e largura da lúnula anal. Os animais das praias de Gaivotas e de Leste ficaram praticamente sobrepostos aos indivíduos de outras praias não mostrando um padrão particular de caracteres.

A fim de melhor explicar as diferenças encontradas nos indivíduos das praias mais opostas foi feita uma segunda análise (análise II) escolhendo os indivíduos de três praias classificadas com distintos estados morfodinâmicos: Fora Sul (praia dissipativa), de Atami (dissipativa à intermediária) e de Pontal do Sul (reflectiva). Os três primeiros componentes ordenados pelo PCA totalizaram cerca de 66,2 % da variação observada (Componente 1 = 51,9 %; Componente 2 = 8,3 % e Componente 3 = 6,0 %). Os dois primeiros componentes foram os que mais influenciaram a variação (60,2%), sendo mostrados na tabela 13 os valores dos pesos de cada variável.

O componente 1 relacionou-se com o comprimento (CC) e largura da carapaça (LC), perfil longitudinal (PL5), comprimento ambulacral (CAI, CAII e CAIII), e interambulacral (CI3, CI4 e CI5), posição de lúnulas ambulacrais (PLAIV e PLAV) e anal (PLAN) e posição do sistema apical (PSAD). O componente 2 relacionou-se positivamente com as variáveis espessura da carapaça (PT1), largura da lúnula ambulacral IV (LLAIV) e comprimento da lúnula anal (CLAN). Como variáveis negativas o componente 2 teve duas medidas de espessura (PEM e PL4) e duas medidas de extensão do canal de drenagem (EDCIII e EDCIV).

Na figura 7b foram plotados os componentes 1 e 2, nos eixos horizontal e vertical respectivamente, sendo confirmada a separação dos indivíduos das três praias como grupos diferentes. Ressalta-se mesmo a polarização entre as praias de Pontal do Sul e Fora Sul em relação às distâncias no eixo do componente 2 demonstrando ser locais cujos indivíduos apresentam medidas bastante diferentes. Os indivíduos da Praia de Pontal do Sul apresentaram maiores valores de PEM e PL4, o que equivale a maior altura, maiores extensões do canal de drenagem; por outro lado os animais da Praia Fora Sul, apresentaram maiores valores de espessura PT1 (borda da carapaça) e nas medidas de comprimento da lúnula ambulacral e anal. Os indivíduos da Praia de Atami ocorreram numa posição intermediária entre os de Fora Sul e Pontal do Sul quanto à essas medidas, porém diferiram dos indivíduos das demais praias quanto ao comprimento ambulacral e interambulacral, posição de lúnulas ambulacral e anal e posição do sistema apical.

DINÂMICA POPULACIONAL

Nas figuras 8 e 9 podem ser visualizados os dados referentes à distribuição das frequências de tamanho obtidas na amostragem periódica nas praias de Atami e Pontal do Sul, respectivamente.

A população da Praia de Atami, durante todo o período estudado (fevereiro de 1992 à julho de 1994), apresentou uma constante moda de indivíduos adultos (40 - 60 mm de largura).

De fevereiro à julho/92 poucos indivíduos de até 40 mm de largura foram encontrados não sendo verificada nenhuma moda realmente expressiva. Em setembro/92, no entanto, foi observado um maciço recrutamento que persistiu até dezembro/92. Em janeiro/93 já é observado o crescimento desses indivíduos agora representados por uma moda em torno de 10 mm de largura e que em março/93 encontrava-se com largura em torno de 20 mm a 30 mm. Em dezembro/93 nova moda de indivíduos com largura em torno de 10 mm é verificada e seu crescimento foi acompanhado ao longo do ano de 1994.

Para a Praia de Pontal do Sul, a distribuição etária no período de agosto de 1993 à julho de 1994 esteve totalmente concentrada nas classes mais velhas da população: de 40 à 60 mm. De agosto à dezembro/93 foi acompanhada a incorporação de uma pequena moda de indivíduos no intervalo de 30 mm de largura à distribuição de adultos. Nenhum recrutamento foi registrado durante o período de amostragem e devido à inexistência de incrementos etários não foi realizada a análise de crescimento nesta população.

A análise de crescimento na Praia de Atami foi feita para três períodos: no período de junho de 1992 à maio de 1993 (Análise I), no período de agosto de 1993 à julho de 1994 (Análise II) e considerando toda a amostragem periódica (Análise III). As estimativas dos parâmetros populacionais, a definição das curvas de crescimento e a mortalidade foi feita para cada período. O padrão de recrutamento foi estimado utilizando toda a amostragem periódica (Análise III).

Pelo método Wetherall foram feitas as primeiras estimativas da largura assintótica (L_{∞}) e da relação taxa de mortalidade (Z) / taxa de crescimento (K) para as análises I, II e III, estando os valores para esses parâmetros mostrados na tabela 14. Os valores para os parâmetros L_{∞} e relação Z/K diferiram muito pouco entre as análises. As estimativas dos parâmetros foram maiores para a análise I, seguidas dos valores da análise III e II.

Os parâmetros populacionais foram posteriormente calculados para a estimativa definitiva através da rotina Elefan I. Testou-se uma série de valores para os parâmetros L_{∞} , K , C e WP na busca dos melhores ajustes da curva (baseada nos maiores

valores da relação R_n), sendo mostrados na tabela 15 os valores encontrados para cada análise. Os valores para a largura assintótica foram praticamente os mesmos nas três análises, sendo ligeiramente menores dos estimados através do método Wetherall. O único valor de K um pouco maior foi o estimado para a análise II sendo idêntico para as análises I e III. Inicialmente aceitou-se o valor da constante de sazonalidade C igual a 1 como sugerido por Pauly & David (1984) para locais onde a variação sazonal da temperatura é maior que 10°C . Mas os valores da constante C estimados pelo método Elefan I que melhor ajustaram-se à curva nas três análises estiveram entre 0,92 e 0,87. Os valores assumidos para o “*winter point*” (WP) foram de 0,25 e 0,35 para as análises III e I/II respectivamente. Isto seria o equivalente ao período entre fevereiro e março, final do verão, o mesmo período então para todas as análises.

As curvas de crescimento para as três análises encontram-se nas figuras 10, 11 e 12. O melhor valor de R_n encontrado foi para a curva obtida na análise II e o menor valor foi o encontrado na análise I (tabela 15). A curva da análise I iniciou-se com o recrutamento de dezembro de 1992 e considerou o crescimento de modas verificado no período restante (até março de 1993). A curva da análise II iniciou-se em outubro de 1993, acompanhando o crescimento da moda de recrutas de dezembro de 1993, ajustando-se perfeitamente ao incremento de modas intermediárias sucessivas que foram verificadas entre os meses de janeiro à julho/94. A curva obtida para a análise III, que corresponde à amostragem total, considerou o início da curva no mês de outubro de 1992 acompanhando os pulsos de recrutamento dos meses de novembro e dezembro/92 que tornam a se repetir em dezembro/93 e assumindo o crescimento bem marcado pelas modas intermediárias do ano de 1994. O recrutamento de setembro/92 foi desconsiderado pelas análises I e III, uma vez que nenhum ajuste razoável foi obtido quando passado pelo pico dessa distribuição modal, e seria necessário admitir uma parada de crescimento até o aparecimento de modas intermediárias que ocorreram praticamente 5 meses depois. Além disso, no ano de 1993 nenhum recrutamento no final do inverno foi novamente verificado, apenas no final da primavera (dezembro/93).

A taxa de mortalidade Z foi calculada pelo método da curva de captura da largura convertida utilizando os parâmetros obtidos nas análises I, II e III estando representadas respectivamente nos gráficos das figuras 13, 14 e 15. Em todas as análises foram estimadas elevadas taxas de mortalidade, oscilando entre 1,17 (análise III) e 1,10 (análise I) e longevidade em torno de 5 anos.

O padrão de recrutamento para todo o período de amostragem pode ser observado na figura 16. Com valores para L_∞ , K , C , WP calculados na análise III e admitindo $t_0 = 10$ (outubro) observou-se um amplo período de recrutamento começando

no inverno (junho) e estendendo-se até o final da primavera (dezembro). Este período foi responsável por 73,94% do recrutamento total.

BIOLOGIA REPRODUTIVA

As médias mensais e os intervalos de confiança (95%) para os índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) nas populações de *Mellita quinquiesperforata* nas praias de Atami e de Pontal do Sul foram plotadas nas figuras 17 e 18, respectivamente.

Os resultados da análise de variância uni-fatorial (ANOVA) para os citados índices são apresentados nas tabelas 16 (Praia de Atami) e 17 (Praia de Pontal do Sul). Podem ser visualizados os valores médios mensais de cada índice ordenados em grupos de médias com diferenças significativas.

Os padrões de oscilação sazonal do IG calculado para as duas populações foram distintos. O IG na população da Praia de Atami atingiu valores máximos nos meses de agosto e setembro/93. Já em outubro/93 o IG inicia sua queda que continua nos meses consecutivos até atingir um mínimo em abril/94. As pequenas variações observadas durante esse período não foram significativas. Na população da Praia de Pontal do Sul o IG nos quatro primeiros meses da análise não apresentou variações significativas; em fevereiro/94, o índice atinge seu valor máximo. Após um declínio nos dois meses consecutivos, verifica-se dois novos aumentos significativos para o IG: em maio e julho/94.

As oscilações verificadas para os índices IT e IC em ambas as praias foram bastante semelhantes. De agosto à dezembro/93, o IT não sofre oscilações significativas. Em janeiro/94 e fevereiro/94 o índice atinge seu valor máximo para as populações das praias de Atami e de Pontal do Sul, respectivamente. Após esse pico, dois novos aumentos significativos são verificados, precedidos por intervalos de dois meses de queda. Já o IC apresentou um padrão de oscilação inverso ao ocorrido com o IT. Na população da Praia de Atami o IC chegou a um valor máximo em outubro/93 e apresentou um valor mínimo em fevereiro/94. Nos três meses posteriores o IC eleva-se e estabiliza-se uma vez que os valores nesse período não diferiram significativamente. Um novo pico significativo só ocorre um mês depois: junho/94. Na população da Praia de Pontal do Sul o IC não variou significativamente entre agosto a dezembro/93 encontrando-se dentro de um pequeno intervalo de valores elevados. O menor valor registrado para esse índice ocorre logo no início de 1994, em janeiro, aumentando logo em seguida nos dois meses consecutivos. As duas novas quedas apresentadas pelo índice, no entanto, não foram significativas.

Os resultados da análise de regressão entre os índices IG, IT e IC e a dimensão largura dos indivíduos da Praia de Atami e Pontal do Sul encontram-se nas figuras 19 e 20, respectivamente. Em ambas as praias o IG não teve correlação com a largura dos indivíduos. Já os índices IT e IC apresentaram correlações significativas nas duas populações, embora tenha apresentado valores de r abaixo de 0,50. O IT na população da Praia de Atami, esteve inversamente correlacionado a largura enquanto que apresentou-se positivamente correlacionado com a mesma na população da Praia de Pontal do Sul. As regressões entre o índice IC e a largura por sua vez, apresentaram-se de modo inverso: positivamente correlacionado na população da Praia de Atami e inversamente relacionado com essa dimensão na Praia de Pontal do Sul.

DISCUSSÃO

O AMBIENTE FÍSICO

As caracterizações físicas, morfodinâmicas e sedimentológicas das praias apresentadas neste trabalho referem-se a dois tipos de registros: um momentâneo, de uma situação de verão em dez ambientes e outro periódico, que consistiu no acompanhamento sazonal de dois desses ambientes na tentativa de se delinear o espectro de variação ao longo de ciclos anuais. Nos dois casos foi possível averiguar-se a grande diversidade de ambientes ocupados pela espécie *Mellita quinquesperforata*.

Em todas as praias estudadas pontualmente os valores obtidos para a temperatura e salinidade da água foram os esperados para condições de verão. Na Ilha do Mel foram estudadas as praias arenosas do lado oriental da ilha com diferentes orientações para o mar aberto, revelando diferentes graus de exposição às ondas e registrados variados perfis topográficos para cada ambiente. A avaliação morfodinâmica através dos índices propostos expressaram nitidamente essas diferenças. De um modo geral, foram encontrados dois grupos de praias: um constituído por praias bastante expostas, com perfis mais suaves, sendo caracterizadas pelo *surf scaling parameter* como ambientes com alta dissipação e pelo ω como ambientes dissipativos, e outro grupo de praias com perfis mais íngremes, classificadas como ambientes com dissipação e divididas entre a classificação de praias intermediárias e reflectivas.

As praias da Planície da Praia de Leste apresentaram de um modo geral, perfis mais íngremes dos que os das praias da Ilha do Mel, com a particularidade da presença de uma formação barra-canal em duas delas. Quanto ao estado morfodinâmico predominou a existência da caracterização de praias reflectivas, ainda que apresentando certo grau de dissipação. Neste panorama geral, a Praia de Atami foi a única exceção, apresentando um perfil mais suave, com a caracterização morfodinâmica de praia dissipativa a intermediária e zona de arrebenção com alta dissipação.

Se pela caracterização física e morfodinâmica das praias da Ilha do Mel foi verificada uma ampla diversidade de ambientes e nas praias da Planície de Praia de Leste predominou a existência de locais com menor energia ambiental, pela análise sedimentológica ficou clara uma grande semelhança entre os sedimentos das praias (infralitoral) quanto ao tamanho e grau de selecionamento do grão: todas classificadas como areia fina, e em grande parte constituídas por sedimentos muito bem selecionados. Essa tendência à uma maior homogeneidade e bom selecionamento foi verificada também pela curtose gráfica, onde as curvas estiveram bastante próximas à uma normalidade (sedimentos concentrados em poucos intervalos de tamanho dos grãos) e pelo parâmetro

grau de assimetria que classificou a maior parte dos sedimentos das praias como simétricos (sem tendências à partículas mais finas ou mais grosseiras).

No monitoramento periódico realizado em duas praias, os valores encontrados para a temperatura da água do mar mostraram uma variação sazonal típica da costa sudeste brasileira, com algumas variações de curto período relacionadas com passagens de frentes meteorológicas. A salinidade esteve em torno de 30‰ na maior parte dos meses. No entanto, registros acima desse valor foram comumente encontrados na Praia de Atami, e abaixo deste na Praia de Pontal do Sul.

As maiores amplitudes de onda ocorreram preferencialmente no outono e inverno. A inclinação do perfil da Praia de Atami oscilou dentro de um estreito intervalo de variação, com as maiores inclinações nos meses de verão do primeiro ano de amostragem. A variação quanto ao estado morfodinâmico nas duas praias veio somente confirmar a caracterização feita no registro pontual: uma praia (de Atami) caracterizada como ambiente de maior energia de ondas (classificada como ambiente com alta dissipação) e oscilando entre estados dissipativos e intermediários pelo ômega e a outra praia (de Pontal do Sul), onde prevaleceu condições reflectivas. O acompanhamento sazonal para a caracterização sedimentológica na Praia de Atami mostrou que esta é composta por areia fina a muito fina, muito bem a bem selecionada com tendência a partículas mais grosseiras (verificada pela classificação de assimetria negativa).

A ocorrência da espécie não teve caráter seletivo quanto ao estado morfodinâmico do ambiente: foram encontrados indivíduos em todas as praias e em qualquer época do ano. O tamanho e o grau de selecionamento do grão do sedimento determinados como sendo constituídos por areia fina muito bem selecionada, parecem ser as características sedimentológicas preferenciais de *M. quinquesperforata* e corrobora com o registrado na literatura para outras espécies do gênero (Weihe & Gray, 1968 e Bell & Frey, 1969).

A ANÁLISE BIOLÓGICA

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E DENSIDADE DE *MELLITA QUINQUESPERFORATA*

A distribuição do banco de *Mellita quinquesperforata* nas praias da Ilha do Mel e Planície de Praia de Leste foi bastante variada. Relacionando essa distribuição com o estado morfodinâmico dessas praias foi possível observar que em locais com menor zona de arrebentação (praias reflectivas) o banco ocorreu em uma faixa mais estreita, próxima à linha d'água; enquanto que em praias com ampla zona de arrebentação (praias

intermediárias e dissipativas) esta faixa era mais extensa. A mensuração do limite externo do banco (final da ocorrência de indivíduos) nas últimas praias citadas entretanto, foi prejudicada pela limitação dos transectos, porém as grandes densidades encontradas nos últimos pontos amostrados indicam uma continuidade do banco mais costa à fora. Nos perfis praias onde foi encontrada a formação barra-canal no infralitoral a presença do banco de *Mellita quinquiesperforata* não coincidiu com a descrita por Weihe & Gray (1968) e Bell & Frey (1969) para espécies de *Mellita*: a de preferir viver próximas ou em depressões. Nas citadas praias o banco ocorreu após a formação barra-canal. A causa desse fato deve estar relacionada com a existência nesse local de fortes correntes paralelas à costa.

Com relação à distribuição por tamanho dos indivíduos, tanto no registro pontual como no periódico, o padrão de distribuição por faixa etária foi o mesmo: animais adultos ocorrendo mais afastados da costa e juvenis mais próximos à linha d'água ou ainda estendendo-se aos pontos mais afastados intercalando com faixas de adultos.

Através do acompanhamento periódico, foi possível constatar variações nas extensões do banco e densidades bem mais representativas quando comparadas aos números obtidos na amostragem pontual. Na Praia de Atami, a extensão da distribuição do banco variou de 30 a 180 m, tanto para juvenis como para adultos.

A distribuição dos indivíduos na Praia de Pontal do Sul teve um padrão distinto. Caracterizou-se por ser um banco bem mais estreito, muito próximo à linha d'água, com extensões que variaram entre 4 e 20 m. Os valores de posição do banco em relação à linha d'água devem ser vistos, no entanto, com certo grau de reserva, uma vez que problemas de amostragem como o reestabelecimento dos marcos de localização (devido à perda dos mesmos) podem ter ocasionado erros nas distâncias calculadas. A mudança na metodologia, cujo objetivo foi a busca de indivíduos juvenis principalmente nas bordas do banco, tendenciou a amostragem da população nesta praia e provavelmente interferiu no cálculo da densidade dos adultos nestes trechos, que na maioria dos meses foi nula. As densidades encontradas no trecho médio do banco foram as únicas que representam assim os valores mais próximos de uma estimativa real de indivíduos adultos nesta praia.

As maiores densidades de indivíduos adultos encontradas nas praias amostradas durante o verão de 1993 ocorreram nos trechos das transversais mais distantes da costa. Os valores mais elevados de densidade de adultos foram registrados na Praia Fora Sul, com 434 indivíduos.m⁻² e na Praia de Atami, com 394 indivíduos.m⁻². As densidades de juvenis foram bem menos expressivas, com um valor máximo de 102 indivíduos.m⁻² na Praia de Leste.

Na Praia de Atami as maiores densidades encontradas durante o acompanhamento sazonal também ocorreram no verão: 690 indivíduos adultos.m⁻² e 508 indivíduos juvenis.m⁻². Para a Praia de Pontal do Sul, as densidades de adultos foram constantemente altas, de 200 a 800 indivíduos.m⁻², com as maiores densidades ocorrendo nos meses de verão. Praticamente não foram encontrados indivíduos juvenis. Suas densidades atingiram um máximo de 28 indivíduos.m⁻² também nessa época.

Em trabalhos de distribuição espacial de equinóides irregulares são poucas as referências sobre a zonação por tamanho dos indivíduos. Merrill & Hobson (1970) observaram a distribuição por faixa etária em *Dendraster excentricus* com juvenis mais abundantes próximos à costa, movendo-se para o fundo com a idade. Borzone (1992/1993) estudando *Mellita quinquesperforata* numa praia riograndense, encontrou recrutas a maiores distâncias em relação à linha d'água, enquanto adultos ocorreram mais próximos à costa. Penchaszadeh & Molinet (1994) encontraram para *M. quinquesperforata* var. *latiambulacra* distribuição semelhante da registrada no presente trabalho: animais menores distribuindo-se em profundidades de 1 a 2,5 m e adultos mais ao fundo (2 a 3 m).

Diferenças na zonação por tamanho registradas nesses trabalhos e também verificadas no presente estudo, indicam uma separação dos indivíduos por faixa etária, o que definimos como hipótese de exclusão. A idéia seria que os juvenis não conseguem viver próximos aos adultos pelo alto risco de predação que sofreriam ao tentar recrutar junto aos mesmos. Isto explicaria o grande recrutamento ocorrido na primavera para a Praia de Atami, com os indivíduos pequenos ocorrendo numa ampla faixa do infralitoral, quando da ausência de adultos, posicionados naquele momento à maiores distâncias da costa. Esta ocupação maíca de juvenis só seria possível devido ao desaparecimento "provisório" dos animais maiores. A mesma idéia parece explicar a ausência de juvenis (recrutas até 10 mm) durante praticamente toda a amostragem periódica na Praia de Pontal do Sul. Nesse local a zona de arrebentação é estreita, o que limita a distribuição de organismos a uma pequena faixa. Haveria portanto, pouco ou quase nenhum espaço para o assentamento das larvas a uma certa distância dos adultos.

As densidades estimadas para *Mellita quinquesperforata* nas praias do Paraná quando comparadas com as de Borzone (1992/1993) e Penchaszadeh & Molinet (1994) revelam grandes diferenças, principalmente no que se refere aos valores registrados para os adultos: no primeiro trabalho, o autor encontrou somente 12 indivíduos.m⁻² e no segundo foi registrado um máximo de 28 indivíduos.m⁻². Comparações de mesma grandeza podem ser feitas somente sobre as densidades de juvenis encontradas por Penchaszadeh & Molinet (1994): os valores são até maiores do que os encontrados no presente estudo (502 a 2370 indivíduos.m⁻²). Em relação à outras espécies do gênero, as

estimativas de densidades também variam consideravelmente. Weihe & Gray (1968) encontraram para *M. isometra*, um máximo de 17 indivíduos.m⁻² e, em média, 4,9 indivíduos.m⁻². Os registros de densidades para *M. tenuis* descritos por Lane & Lawrence (1980) chegam até 489 indivíduos.m⁻²; já Salsman & Tolbert (1965), acharam na primavera densidades superiores a 2100.m⁻². Ebert & Dexter (1975) encontraram para *M. grantii*, numa praia ao norte do Golfo do México, um valor máximo de densidade igual a 56 indivíduos.m⁻². Para a espécie co-ocorrente *Encope grandis*, os mesmos autores encontraram 380 indivíduos.m⁻² na primavera. A espécie *E. stokesi*, estudada por Dexter (1977), apresentou uma densidade máxima de 65 indivíduos.m⁻² e em média de 39 indivíduos.m⁻². Freire *et al.* (1992) encontraram para *Cassidulus mitis*, no Rio de Janeiro, densidades de até 83 indivíduos.m⁻². Valores de densidade equivalentes aos encontrados para *M. quinquiesperforata* nas praias paranaenses só podem ser comparadas aos da espécie *Dendraster excentricus*, um ouriço irregular também de águas rasas. Morin *et al.* (1985), numa praia exposta da Califórnia, observaram densidades superiores a 1200 indivíduos.m⁻² (média de 400-500 indivíduos.m⁻²) e Emllet (1986) encontrou no sublitoral de 200 a 1000 indivíduos.m⁻².

O comportamento migratório sazonal de adultos e juvenis de *Mellita quinquiesperforata* pôde ser verificado no acompanhamento periódico na Praia de Atami, revelando a influência das condições ambientais na distribuição espacial dos indivíduos. Nesta praia observou-se um nítido afastamento do banco costa à fora nos meses de inverno, e reaproximação no verão. A ausência de adultos na primavera de 1992 indicou o maior deslocamento dos indivíduos adultos costa à fora. Na Praia de Pontal do Sul, no entanto, a visualização de uma migração sazonal foi prejudicada por problemas na amostragem, citados anteriormente (mensuração da extensão do banco), não ficando claro um registro de deslocamento do banco.

Borzone (1992/1993) verificou a migração sazonal da espécie para uma praia riograndense, com o banco ocupando posições mais costa à fora nos meses de inverno. Segundo o autor, este deslocamento teve como causa o aumento da ação das ondas e ampliação da zona de arrebentação pelas tempestades no inverno. No verão o banco foi registrado a 460-1300 m, sendo verificado um afastamento para 900-3700 m no inverno. Este comportamento migratório influenciado por fatores ambientais, parece ser um hábito comum também a outros equinodermos irregulares: Ebert & Dexter (1975) observaram a movimentação dos bancos de *Mellita grantii* e de *Encope grandis* devido a tempestades. Morin *et al.* (1985) também cita o deslocamento do banco de *Dendraster excentricus* no outono e inverno para maiores profundidades.

A distribuição espaço-temporal da espécie *Mellita quinquesperforata* nas praias paranaenses parece ser regida pelo estado morfodinâmico praial. As mudanças sazonais das condições ambientais também influenciam essa distribuição, tendo como reflexo o deslocamento e espalhamento dos animais em trechos com maior turbulência da água. A espécie está altamente adaptada a um maior hidrodinamismo do ambiente visto as grandes abundâncias registradas em locais com elevado gradiente de energia.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Os ouriços irregulares apresentam simetria secundariamente bilateral, ocorrendo durante o desenvolvimento ontogenético o crescimento diferenciado de algumas partes do corpo. O crescimento de *Mellita quinquesperforata* caracteriza-se pela mudança da forma da carapaça: apresentando inicialmente um contorno circular e transformando-se gradualmente para um elíptico. Assim, numa análise multivariada como o PCA (Análise dos Componentes Principais), a largura e o comprimento da carapaça são as variáveis de maior peso e relacionam-se ao primeiro componente.

A primeira análise realizada pelo PCA sofreu a interferência destas variáveis, apesar da prévia seleção de um restrito intervalo de largura da carapaça (entre 44 e 72 mm). Os indivíduos das praias do Farol e da Fortaleza, por apresentarem os maiores valores registrados para essa variável, distanciaram-se dos exemplares das demais praias que por sua vez, formaram um grupo mais centralizado.

Na tentativa de minimizar a influência do tamanho e analisar os indivíduos que apresentaram as maiores oposições foi feita uma segunda plotagem somente com os exemplares das praias Fora Sul, de Atami e de Pontal do Sul. A escolha de indivíduos dentro de um menor espectro de variação de largura (45 - 62 mm), possibilitou as comparações das demais características morfométricas. Verificou-se a existência de grupos bem distintos em relação à espessura máxima, espessura do bordo da carapaça, largura da lúnula ambulacral e comprimento da lúnula anal. À partir da constatação dessas diferenças pode-se então definir um tipo morfométrico para cada uma das três praias:

- 1) **indivíduos da Praia de Pontal do Sul** - animais com maiores valores de espessura máxima e menores de espessura do bordo da carapaça, largura de lúnula ambulacral e comprimento de lúnula anal.
- 2) **indivíduos da Praia de Atami** - animais com valores intermediários para as variáveis: espessura máxima, espessura do bordo da carapaça, largura de lúnula ambulacral e comprimento de lúnula anal.

3) **indivíduos da praia Fora Sul** - animais com menores valores de espessura máxima e espessura do bordo da carapaça; valores intermediários à maiores para as variáveis largura da lúnula ambulacral e comprimento da lúnula anal.

Associando essas características morfológicas com o estado morfodinâmico praial, postula-se que as populações desenvolveram distintos padrões morfométricos para cada tipo de praia. Foi visto que a variável morfométrica espessura do bordo da carapaça diferiu em cada ambiente: um bordo mais espesso foi encontrado somente na praia dissipativa (Praia Fora Sul), bordo mais fino na praia reflectiva (Praia de Pontal do Sul) e uma espessura média na praia com características dissipativas à intermediária (Praia de Atami). Animais com maior altura da carapaça (espessura máxima), ou mais especificamente, com carapaça mais côncava, ocorreram somente na praia reflectiva, enquanto que nas praias de maior energia ambiental (intermediária/dissipativa) essa concavidade foi menor.

Telford (1983) e Lawrence (1987) descrevem que a forma achatada dos ouriços irregulares é funcional para o hábito de escavação superficial e que serviria para minimizar forças como o arrasto, facilitando a manutenção da posição. Em oposição, a existência de um perfil mais convexo favoreceria forças como o empuxo, que desloca o animal. Quanto menor a concavidade, maior seria a resistência do corpo em locais onde houvesse grande energia de ondas como é o caso de ambientes dissipativos. Assim, ter uma maior altura da carapaça seria desvantajoso aos indivíduos residentes nesses locais.

Outra característica estrutural também descrita como importante para a resistência ao empuxo é a presença de lúnulas: sabe-se que a obstrução das mesmas favorece o aumento dessa força (Telford, 1983). Indivíduos com lúnulas menos desenvolvidas tendem a ser mais facilmente soerguidos, uma vez que elas promovem um caminho para a corrente de água para baixo do animal, minimizando o empuxo. Foram descritas lúnulas ambulacrais mais largas e lúnula anal com maior comprimento para os animais da praia dissipativa (Praia Fora Sul) em oposição a lúnulas ambulacrais mais estreitas e lúnula anal menos extensa para os indivíduos da praia reflectiva (Praia de Pontal do Sul). Isto demonstraria novamente que a adaptação dos indivíduos residentes em um ambiente com maior turbulência seja favorecida pela presença de lúnulas mais desenvolvidas que confere, consequentemente, maior resistência aos animais.

Harold & Telford (1990), investigando a distribuição das três espécies do gênero *Mellita* no Atlântico, assumem que elas podem ser reconhecidas morfometricamente. Analisando-se um pequeno número de habitats, como ocorreu no presente estudo, foram constatadas diferenças morfométricas para uma mesma espécie, que podem ser consideradas então como variedades fenotípicas.

As variações morfométricas encontradas nos indivíduos de *Mellita quinquesperforata* parecem ter sido desenvolvidas como adaptações para a sobrevivência em praias com diferentes estados morfodinâmicos. A plasticidade fenotípica verificada pelos distintos padrões morfométricos desenvolvidos pela espécie parece ser o resultado da sua grande capacidade na exploração desses habitats.

DINÂMICA POPULACIONAL

Os valores dos parâmetros populacionais L_{∞} (largura assintótica), K (taxa de crescimento), Z (taxa de mortalidade) no presente estudo foram anexados ao quadro abaixo, modificado de Ebert & Dexter (1975):

ESPÉCIE	REFERÊNCIA	L_{∞} (mm)	K	Z
<i>Aracnoides placenta</i>	(Hines & Kenny, 1967)	36.0	0.36	0.43
<i>Cassidulus mitis</i>	(Freire et al, 1992)	71.0	0.39	0.80
<i>Dendraster excentricus</i>	(Birkeland & Chia, 1971)	85.0	0.31	0.93
<i>Dendraster excentricus</i>	(Ebert & Dexter, 1975)	70.0	0.32	0.77
<i>Echinarachinus parma</i>	(Steime, 1990)	54.0*	?	0.1
<i>Encope grandis</i>	(Ebert & Dexter, 1975)	74.3	0.49	0.20
<i>Mellita grantii</i>	(Ebert & Dexter, 1975)	37.9	0.59	0.86
<i>M. isometra</i>	(Weihe & Gray, 1968)	123.0	0.55	0.87
<i>M. quinquesperforata</i>	(Borzone, 1992/1993)	70.3 ^a	0.28 ^a	1.4
<i>M. quinquesperforata</i> **	(Penchaszadeh & Molinet, 1994)	82.9 ^b	0.66 ^b	0.98
<i>M. quinquesperforata</i>	(neste estudo)	61.50 ^I	0.67	1.10
		61.50 ^{II}	0.67	1.14
		61.00 ^{III}	0.70	1.17
<i>M. tenuis</i> **	(Ebert & Dexter, 1975)	63.0	0.33	0.30
<i>M. tenuis</i> **	(Lane & Lawrence, 1980)	149.0	0.46	0.95
		143.5	0.42	0.88
<i>Leoldia sexiesperforata</i> **	(Crozier, 1919)	148.0	0.29	?

* valor para $L_{m\acute{a}x}$
** segundo Harold & Telford (op cit)
^a Estimativa segundo o programa ELEFAN (método Gulland & Hold)
^b Estimativa segundo o programa ELEFAN e métodos gráficos (Gulland & Hold e Ford-Walford);

Os valores estimados de L_{∞} para *Mellita quinquesperforata* no presente estudo foram menores do que os encontrados por Borzone (1992/1993) e Penchaszadeh & Molinet (1994) para a mesma espécie. Tais diferenças podem ser devidas ao tipo de método utilizado em cada estudo para a estimativa dos parâmetros populacionais.

^I Análise I (anos de 1992/1993)
^{II} Análise II (anos de 1993/1994)
^{III} Análise III (anos de 1992/1993/1994)

Problemas de aumento ou subestimação do L_{∞} por diferentes métodos já haviam sido citados por Borzone (1992/1993).

Em relação às outras espécies de *Mellita* do Atlântico, *M. quinquiesperforata* é a que apresenta menor estimativa de largura assintótica. O valor registrado por Ebert & Dexter (1975) para *M. tenuis* parece ser uma subestimativa já que difere dos valores encontrados por Lane & Lawrence (1980) para a mesma espécie, e da descrição, segundo Harold & Telford (1990), para o comprimento da carapaça em *M. tenuis*: normalmente acima de 150 mm.

Com relação às taxas de crescimento apresentadas pela população estudada, os valores encontrados para K foram bastante altos quando comparados ao estimado por Borzone (1992/1993). O baixo valor de K encontrado é justificado pelo autor como sendo devido a diferenças na alocação de energia: maior alocação de recursos para a manutenção numa população que vive condicionada a um regime ambiental com alta turbulência (praia ultradissipativa) e menor para o crescimento e a reprodução. Tal afirmativa explicaria os maiores valores de K para a população do Paraná, residente numa praia com menor hidrodinamismo (com características dissipativas a intermediária): poderia dispendar menos energia para a manutenção e mais para as demais atividades fisiológicas. Justificaria ainda a semelhança com o valor estimado por Penchaszadeh & Molinet (1994) para uma população residente em uma praia protegida do Mar do Caribe.

A população da Praia de Atami apresentou um recrutamento anual, ainda que variável, com aparecimento de coortes no início e final da primavera. Esses registros encontram-se portanto dentro do período de recrutamento estimado para *Mellita quinquiesperforata* pelo programa FISAT: começando no inverno e estendendo-se até o final da primavera. Penchaszadeh & Molinet (1994) encontraram semelhante padrão, com um constante recrutamento de juvenis durante todo o ano, com um pico máximo no início do verão. Já na população estudada por Borzone (1992/1993), o recrutamento ocorreu entre o outono e inverno.

A ausência de recrutamento verificada na população da Praia de Pontal do Sul, parece não ser um fato tão incomum. Ebert & Dexter (1975) estudando populações de *Mellita grantii* entre 1969 e 1972, encontraram um recrutamento somente em 1971. Isto mostra que o sucesso reprodutivo não é igual todo ano. Além disso, as dificuldades encontradas pelos juvenis e recrutas em praias com estreita faixa de distribuição (segundo a hipótese de exclusão discutida anteriormente) provavelmente devam comprometer o recrutamento. É ainda possível que variações de salinidade influenciadas pelo intenso regime de precipitações, principalmente no verão, tornem o ambiente pouco favorável para as larvas. Dexter (1977) estudando *Encope stokesi* na costa pacífica do Panamá, encontrou grande mortandade de jovens com o decréscimo da salinidade.

Lane & Lawrence (1980) afirmam que o insucesso no recrutamento em *Mellita tenuis* é devido à mortalidade durante os estágios iniciais da vida bentônica, quando as condições físicas (turbulência da água) podem ter um papel fundamental na sobrevivência de recrutas e juvenis. Tal afirmativa parece discordar dos resultados obtidos no presente estudo, já que houve recrutamento apenas na praia de maior regime de ondas.

O parâmetro mortalidade foi em geral bastante alto em todas as espécies de ouriços irregulares já estudadas. Para a espécie *Mellita isometra*, Weihe & Gray (1968) sugerem que as altas taxas de mortalidade têm como causa os grandes períodos de exposição à dessecação (na maré baixa) e a presença de correntes. Ebert & Dexter (1975) acrescentam a esse fator, aumentos na temperatura como responsáveis também pela mortalidade de *Encope grandis* e *Mellita grantii*. Freire *et al.* (1992) acreditam que para *Cassidulus mitis*, elevadas taxas de mortalidade estão associadas com a ação de ondas em tempestades de inverno que lançam vários indivíduos para porções superiores da praia.

A taxa de mortalidade Z estimada para *Mellita quinquesperforata* no estudo de Borzone (1992/1993) foi um pouco maior quando comparada com as calculadas no presente estudo e no trabalho de Penchaszadeh & Molinet (1994). Altas taxas de mortalidade parecem ser uma constância em populações de *Mellita quinquesperforata* independentemente das condições ambientais de maior ou menor grau de hidrodinamismo.

M. quinquesperforata apresentou neste estudo um menor tamanho quando comparado a outras populações e espécies atlânticas do mesmo gênero. Estimou-se, no entanto, elevadas taxas de crescimento e mortalidade. Correlações positivas entre os parâmetros L_{∞} , K e Z são propostas por Ebert (1975), em espécies de ouriços regulares. A afirmativa de que espécies maiores crescem mais rápido do que menores não enquadra-se ao panorama encontrado para ouriços irregulares. A mesma correlação positiva argumentada pelo citado autor é válida para *M. quinquesperforata* apenas com relação aos parâmetros taxa de crescimento (K) e taxa de mortalidade (Z).

M. quinquesperforata é uma espécie que apresenta rápido crescimento embora com altas taxas de mortalidade. As variações encontradas para a relação largura assintótica/taxa de crescimento em demais populações, parecem refletir a capacidade de sobrevivência desse ouriço irregular em locais com distinto hidrodinamismo.

BIOLOGIA REPRODUTIVA

CICLO REPRODUTIVO

À partir de dissecções feitas num amplo intervalo de variação de tamanho (largura), foi verificado visualmente que os animais acima de 40 mm apresentaram gônadas desenvolvidas, sendo considerados como adultos. As regressões feitas entre o índice gonadal (IG) e a largura dos indivíduos dentro do intervalo de 44 à 60 mm, não foram significativas em ambas as populações, o que mostrou a total independência desse índice com o tamanho do animal. Da mesma forma, as correlações entre os índices do intestino + tecidos internos (IT) e da epiderme + espículas+ carapaça (IC) e a largura, embora tenham sido significativas nas duas populações, tiveram baixos valores de r , indicando novamente a pouca influência dos índices à partir de um determinado tamanho do animal.

A análise do índice gonadal nas duas populações de *Mellita quinquiesperforata* indicou que em ambas existe um único grande pico de pré-desova, embora não ocorram na mesma época. Na população da Praia de Atami o pico do IG ocorreu no início da primavera, e o consequente declínio nos demais meses indica um período de desova que provavelmente estende-se pelo verão e outono. Na população da Praia de Pontal do Sul o pico do IG ocorreu no meio do verão com um período de desova entre o outono e o inverno, com a presença de pequenos picos, durante este período.

O ciclo reprodutivo dessa espécie revelou ter uma periodicidade anual, com um único pico de pré-desova realmente expressivo. A ocorrência de apenas uma grande desova por ano parece prevalecer em equinóides (Booolootian, 1966; Hamel, 1993 e Vernon *et al.*, 1993). Períodos de desova na primavera-verão, parecem ser uma resposta de adaptação às condições ambientais mais favoráveis para o sucesso das larvas, uma vez que as mesmas encontrarão nesta época recursos alimentares planctônicos abundantes e temperatura favorável para o desenvolvimento (Vernon *et al.*, 1993). O mesmo parece ocorrer nas espécies do gênero *Mellita*: como *M. tenuis* e *M. isometra* registrado por Lane & Lawrence (1979) e Brookbank (1968), respectivamente.

No presente estudo, foi verificado distintas épocas de desova para *Mellita quinquiesperforata* em locais muito próximos (primavera/93 na Praia de Atami e verão/94 na Praia de Pontal do Sul). O pico de pré-desova na primavera para a Praia de Atami é confirmado pela presença de recrutamento neste local nos dois anos de estudo da dinâmica populacional, sempre com o aparecimento de expressivas coortes no final da primavera.

Na população da Praia de Pontal do Sul, os pequenos picos do IG registrados no outono e inverno poderiam estar indicando a existência de indivíduos ainda em atividade reprodutiva que desta forma afetariam a periodicidade do ciclo nesta praia. A existência de uma distinta época de desova no verão para essa população parece ser confirmada pelo conhecido registro de larvas de equinóides irregulares nesse local, para essa mesma época do ano (Lopes⁵, *com. pess.*).

Nos trabalhos sobre biologia reprodutiva de equinodermos, além do conhecimento sobre a estrutura e o desenvolvimento das gônadas, são comuns as referências sobre a influência de fatores endógenos (internos) e exógenos (ambientais) no controle do ciclo gametogênico e na periodicidade reprodutiva (Hamel, 1993). Vários autores (Pearse, 1969; Gonor, 1973; Laegdsgaard, 1991 e Hamel, 1993) afirmam que em equinóides, esse controle é regido pela interação de fatores endógenos e exógenos (ambientais). O grau com que os fatores ambientais possam modificar o ritmo reprodutivo é ainda pouco conhecido, porém como os comumente citados tem sido a temperatura, a salinidade, a turbulência da água, a intensidade luminosa, o fotoperíodo e a disponibilidade de alimento. Na espécie de ouriço regular *Strongylocentrotus purpuratus* o fotoperíodo parece ser o fator primário que controla a gametogênese (Pearse & McClintock, 1990). Hamel (1993) afirma que a desova em muitos invertebrados como equinodermos e moluscos parece ser desencadeada pelo aumento do fitoplâncton na primavera: blooms fitoplanctônicos têm sido sugeridos como responsáveis pelo aumento do potencial de desova em holotúrias. O mesmo parece ocorrer para o ouriço irregular *Clypeaster ravenelii* (Vernon *et al.*, 1993) e os regulares *Echinometra lucunter* e *Diadema anularum* (Lessios, 1981).

Nas espécies de *Mellita* é praticamente inexistente o conhecimento de fatores controladores do ciclo reprodutivo. Existe apenas o estudo para *M. tenuis* realizado por Lane & Lawrence (1979), sendo sugerido que a gametogênese é regulada internamente pela interação de dois eventos: a fagocitose de gametas relícticos por células nutritivas e o posterior crescimento de novos gametas. Não há qualquer referência sobre supostos fatores exógenos. A análise do ciclo reprodutivo de duas populações de *M. quinquesperforata* feita no presente estudo, baseou-se exclusivamente nas oscilações do índice gonadal (IG), sendo carente de informações histológicas adicionais que poderiam confirmar os resultados obtidos e aumentar o conhecimento do ciclo reprodutivo e da gametogênese nessa espécie. Ainda que o desconhecimento do controle endógeno seja uma carência deste estudo, supõe-se que as diferenças encontradas no ciclo reprodutivo das populações possam estar sendo influenciadas por fatores exógenos.

⁵ Rubens M. Lopes, Laboratório de Zooplâncton, Centro de Estudos do Mar/UFPR

Em diversos estudos de variações reprodutivas intraespecíficas, é apontada a influência de fatores exógenos na intensidade e duração dos eventos reprodutivos. Moore (1934) estudando as variações sazonais da biomassa gonadal no ouriço regular *Echinus esculentus* em 3 diferentes localidades, concluiu que elas diferiam significativamente, atribuindo o fato a diferenças na temperatura. Ernest & Blake (1981) analisando os ciclos reprodutivos de subpopulações do ouriço regular *Lytechinus variegatus* citam a disponibilidade de alimento e a temperatura como possíveis causas das diferenças encontradas. Laedsgaard (1991) atribuiu à temperatura as diferenças existentes entre os ciclos reprodutivos de duas espécies simpátricas de ouriços regulares (*Heliocidaris erythrogramma* e *H. tuberculata*).

Não foram registradas diferenças sazonais marcantes para o fator abiótico temperatura da água entre os locais estudados. Os valores registrados para a salinidade da água na praia Pontal do Sul entretanto, não expressam verdadeiramente as oscilações desse fator no citado local. Observações feitas em épocas fora do período de amostragem verificaram frequente aporte de água doce nesta praia, o que provavelmente altera bastante a salinidade. Assume-se que, tanto esse fator abiótico como as distinções assinaladas quanto às características morfodinâmicas de cada praia poderiam ser os responsáveis pela diferença na época de desova das populações estudadas de *Mellita quinquiesperforata*.

ALOCAÇÃO DE RECURSOS

Segundo Lawrence (1987) a aquisição de recursos está voltada para a manutenção das atividades fisiológicas (sobrevivência), para o crescimento somático e para a reprodução de um organismo. As variações ambientais e as características do organismo determinam como esses nutrientes podem ser adquiridos e utilizados. Uma vez impostas limitações na aquisição de nutrientes assume-se que ocorram trocas entre os compartimentos citados. Trocas entre o crescimento somático e a reprodução têm sido descritas para equinodermos e normalmente há referências de “órgãos de estocagem” para períodos reprodutivos ou de baixo suprimento alimentar. Lane & Lawrence (1982) compilaram uma lista de asteróides que tiveram correlações inversas entre o peso da gônada e do ceco pilórico, geralmente associadas à existência de animais em ambientes pobres em nutrientes. As reservas são estocadas nos cecos pilóricos e posteriormente são utilizadas no desenvolvimento gonadal.

Em ambientes com maior disponibilidade alimentar esta estrutura não parece servir como local de estoque, uma vez que não foram constatados decréscimos com o desenvolvimento gonadal. Scheibling (1981) verificou que o índice gonadal do

asteróide *Oreaster reticulatus* é inversamente correlacionado com o índice do ceco pilórico, mostrando que ele é um órgão de estocagem para subsidiar o desenvolvimento gonadal. Bourgoïn & Guillou (1990) estudando o ofiúro *Acronida brachiata*, observaram que o modelo sazonal do índice do intestino mostrou claramente uma relação inversa ao índice gonadal, indicando uma possível transferência de energia de um órgão para o outro.

A alocação de recursos em ouriços regulares tem sido relacionada com o intestino. Em equinóides irregulares essa estrutura entretanto, representa uma pequena fração da biomassa total. A diferença está no fato de que em irregulares, a quantidade deste órgão é limitada pela forma e estrutura do animal, gerando conseqüentemente, uma perda do espaço disponível (Moss & Lawrence, 1972).

A comparação neste estudo, entre o índice gonadal (IG) e os índices do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) foi uma tentativa de se estabelecer possíveis correlações que pudessem corroborar a idéia de alocação de energia. O IT em ambas as praias apresentou um valor máximo no verão, oscilando do mesmo modo que o IG para a Praia de Pontal do Sul. Na Praia de Atami o IT mostrou total independência das variações verificadas para o IG não apresentando qualquer relação com esse índice. Descarta-se desta forma a possibilidade do intestino estar sendo utilizado como um órgão de alocação de recursos para a reprodução.

Estudos realizados com *Echinarachinus parma* e *Mellita tenuis* têm revelado que esses ouriços irregulares perdem peso no período mais quente do ano (Lawrence, 1972 *apud* Moss & Lawrence, 1972). Segundo esses autores, nesta época ocorre uma menor oferta de suprimentos alimentares, sendo sugerido que o “crescimento negativo” verificado, corresponderia à retirada de recursos da carapaça em prol da manutenção ou atividade reprodutiva do indivíduo.

Os decréscimos verificados no IC para o verão em ambas as populações, poderiam indicar uma troca de reservas entre a epiderme, espinhos e carapaça e outros componentes orgânicos. Moss & Lawrence (1972) quantificando constituintes como carboidratos, lipídeos e proteínas em *Mellita tenuis*, verificaram que até 10% dos níveis desses constituintes estão presentes nestas estruturas. Isto sugere que existam recursos energéticos nessas últimas para serem aproveitados em outros compartimentos. Os mesmos autores citam trabalhos com equinóides irregulares em foi comprovada a reabsorção de calcita do endoesqueleto. Constatou-se que as oscilações verificadas entre o IC e o IG na Praia de Pontal do Sul apresentaram uma correlação inversa entre si, com um valor máximo para o IG e um mínimo para o IC na época do verão. Isto poderia ser o indicativo de uma transferência de recursos para as gônadas que, neste período, estariam iniciando atividade de desova. Isto no entanto não se aplica a população da Praia de Atami, uma vez que a desova só acontece na primavera. Os decréscimos verificados no IC

estariam relacionados a utilização de reservas apenas para a manutenção (sobrevivência) individual.

Os resultados sobre a biologia reprodutiva (periodicidade do ciclo reprodutivo e o padrão de recrutamento) de *M. quinquiesperforata* sugerem que da mesma forma que nas análises da distribuição espacial e variação fenotípica, a caracterização do estado morfodinâmico praial tenha sido o fator ambiental que mais influenciou os aspectos abordados no estudo dessa espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, D. E. ; GHIOLD, J. The functional significance of the lunules in the sand dollar, *Mellita quinquiesperforata*. **Biol. Bull.**, v. 159, p. 561-570, 1980.
- ANGULO, R. J. **Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná**. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 334 p.
- _____. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, (1993: Curitiba). **Resumos**. Curitiba: [s.n.], 1993. p.69-70.
- BAUER, J. C. Growth, agregation and maturation in the echinoid *Diadema antillarum*. **Bull. Mar. Sci.**, v. 26, n. 2, p. 273-277, 1976.
- BELL, J. L. Changing residence: Dynamics of the symbiotic relationship between *Dissodactylus mellitae*, Rathbun (Pinnotheridae) and *Mellita quinquiesperforata*, Leske (Echinodermata). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 82, n. 2-3, p.101-115, 1984.
- BELL, J. L. ; STANCYK, S. E. Population dynamics and reproduction of *Dissodactylus mellitae* (Brachyura, Pinnotheridae) on its sand dollar host *Mellita quinquiesperforata* (Echinodermata). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 13, p. 141-149, 1983.
- BELL, B. M. ; FREY, R. W. Observation on ecology and the feeding and burrowing mechanisms on *Mellita quinquiesperforata*. **J. Paleont.**, v. 43, p. 553- 560, 1969.
- BENTLEY, A. C. Sand dollar (*Echinodiscus biporatus*) distribution and abundance in South Africa - Implications for conservation and legislation. **S. Afr. J. Sci.**, v. 91, p. 38-40, 1995.
- BIGARELLA, J. J. Structural characteristics of the dune, foredune, interdune, beach, beach-dune ridge deposits. **Bolm. Paran. Geoc.**, v. 28/29, p. 9-72, 1970/1971.
- _____; ALESSI, A. H.; BECKER, R. D. Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments. **Bolm. Paran. Geoc.**, v. 27, p. 15-80, 1969.
- _____; BECKER, R. D.; MATOS, D. J. ; WERNER, A. A **Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Um problema de segurança ambiental e nacional**. Curitiba: Governo do Estado do Paraná/SEPL/ADEA, 249 p., 1978.

- _____; FREIRE, S.; SALAMUNI, R. ; VIANA, R. Contribuição ao estudos de sedimentos praias recentes. II- Praias de Matinhos e Caiobá. **Bolm. Univ. Fed. Paraná, Geografia Física**, v. 6, p. 1-109, 1966.
- BIRKELAND, C. ; CHIA, F. S. Recruitment risk, growth, age and predation in two population of sand dollars, *Dendraster excentricus*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 6, p. 265-278, 1971.
- BOOLOOTIAN, R. A. Reproductive Physiology. In: _____ (Ed.). **Physiology of Echinodermata**. New York: Interscience Publish, p. 561-614, 1966.
- BORZONE, C. A. Spatial distribuition and growth of *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) on a sandy beach of Southern Brazil. **Nerítica**, v. 7, n. 1-2, p. 87-100, 1992/93.
- BORZONE, C. A. ; GIANUCA, N. M. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. In: II SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA (2. : 1990 : Águas de Lindóia). [Anais...]. São Paulo: ACIESP, 1990. v. 3, p. 280-295.
- BORZONE, C. A. ; SOUZA, J. R. B ; SOARES, A. G. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. **Revista Chilena de Historia Natural**. No prelo.
- BORZONE, C. A. ; TAVARES, Y. A. G. ; SOARES, C. R. Adaptação morfológica de *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) para explorar ambientes com alto hidrodinamismo. **Iheringia**. No prelo.
- BOURGOIN, A. ; GUILLOU, M. Variations in the reproductive cycle of *Acronida brachiata* (Echinodermata, Ophiuroidea) according to enviroment in the Bay of Douarnenez (Brittany). **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** v. 70, p. 57-67, 1990.
- BREY, T. ; PAULY, D. Eletronic Lenght Frequency Analysis. A revised and expanded user's guide to Elefan 0, 1 and 2. **Beriche des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel**, n.149, 50 p., 1986.
- _____; SORIANO, M. ; PAULY, D. Eletronic lenght-frequency analysis, a revised and expanded user's guide to ELEFAN 0, 1 and 2 (2nd edition). **Beriche des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel**, n.177, 31 p., 1987.
- BROOKBANK, J. W. Spawing season and sex ratio of Echinoids. **Q. Florida Acad. of Sci.**, v. 30, p. 117-183, 1968.
- BROWN, A. C. ; McLACHLAN, A. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 328 p., 1990.
- CHESCHER, R. H. Contributions to the biology of *Meoma ventricucosa* (Echinoidea, Spatangoida). **Bull. Mar. Sci.**, v. 19, p. 72-110, 1969.

- CLARK, H. L. A revision of the key-hole urchin (*Mellita*). **Proc. Unit. St. Nac. Mus.**, v. 89, p. 435-444, 1940.
- CREED, E. L. ; COULL, B. C. Sand dollar *Mellita quinquiesperforata* (Leske) and sea pansy *Renilla reniforme* (Cuvier) effects on meiofaunal abundance. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 84, n. 3, p. 225-234, 1984.
- CROZIER, W. J. On regeneration and reformation of lunules in *Mellita*. **Am. Nat.**, v. 53, p. 93-96, 1919.
- DEAN, R. G. Heuristic models of sand transport in the surf zone. In: THE CONFERENCES ON ENGINEERING DYNAMICS IN THE SURF ZONE. (1973:Sidney). **Proceedings ...** Sidney: [s. n.], p. 208-214, 1973.
- DEXTER, D. M. A natural history of the sand dollar *Encope stokesi* (L. Agassiz) in Panama. **Bull. Mar. Sci.**, v. 27, n. 3, p. 544-551, 1977.
- DRUMMOND, A. E. Exposure to wave action, some consequences for the sea urchin *Stomopneustes variolaris* on the Natal coast. **S. Afr. J. Zool.**, v. 28, n. 4, p. 198-200, 1993.
- EBERT, T. A. Growth and mortality of post-larval Echinoids. **Am. Zool.**, v. 15, p. 755-775, 1975.
- _____. Longevity, life history, and relative body wall size in sea urchins. **Ecol. Monog.**, v. 52, n. 4, p. 353-394, 1982.
- EBERT, T. A.; DEXTER, D. M. A natural history study of *Encope emarginata* and *Mellita grantii*, two sand dollars in the Northern Gulf of California, Mexico. **Mar. Biol.**, v. 32, p. 397-407, 1975.
- EMLET, R. B. Larval production, dispersal, and growth in a fjord, a case study on larvae of the sand dollar *Dendraster excentricus*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 31, p. 245-254, 1986.
- ERNEST, R. G. ; BLAKE, N. J. Reproductive patterns within *Lytechinus*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 55, p. 25-38, 1981.
- FINDLAY, R. H. ; WHITE, D. C. The effects of feeding by the sand dollar *Mellita quinquiesperforata* (Leske) on the benthic microbial community. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 72, n. 1, p. 25-41, 1983.
- FREIRE, C. A.; SANTOS, P. J. P.; FONTOURA, N. F. et al. Growth and spatial distribution of *Cassidulus mitis* (Echinodermata, Echinoidea) on a sandy beach in Southeastern Brazil. **Mar. Biol.**, v. 112, p. 625-630, 1992.
- FOLK, R. L. ; WARD, W. C. Brazos River Bar, a study in the significance of grain size parameters. **J. Sedim. Petrol.**, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.
- GAYANILO, F. C. Jr.; SORIANO, M. ; PAULY, D. A draft guide to Compleat ELEFAN. ICLARM, 67 p., 1989.

- GHIOLD, J. Spine morphology and its significance in feeding and burrowing in the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Echinodermata, Echinoidea). **Bull. Mar. Sci.**, v. 29, p. 481-490, 1979.
- GLADFELTER, W. B. General ecology of the cassiduloid urchin *Cassidulus caribbearum*. **Mar. Ecol.**, v. 47, p. 140-160, 1978.
- GONOR, J. J. Gonadal growth in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson) (Echinodermata, Echinoidea) and the assumptions of gonad index methods. **J. Exp. Mar. Ecol.**, v. 10, p. 89-103, 1972.
- _____. Reproductive cycles in Oregon populations of the echinoid *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). I- Annual gonad and ovarian gametogenic cycles. **J. Exp. Mar. Ecol.**, v. 12, p. 45-64, 1973.
- GRANT, A. ; TYLER, P.A. The analysis of dAtami in studies of invertebrate reproduction. I- Introduction and statistical analysis of gonad indices and maturity indices. **Int. J. Inv. Rep.**, v. 6, p. 259-269, 1983.
- GRASSÉ, P. P. **Traité de Zoologie - Anatomie, Systématique, Biologie. Tome XI Échinodermes - Stomocordés - Procordés.** Paris: Masson et Cie., 1948, 1077 p.
- GUETTAF, M. ; SAN MARTIN, G. A. Étude de la variabilité de l'indice gonadique de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus* (Echinodermata, Echinoidea) en Méditerranée Nord Occidentale. **Vie et Milieu**, v. 45, n. 2, p. 129-137, 1995.
- GUZA, R. T. ; INMAN, D. L. Edge waves and beach cusps. **J. Geog. Res.**, v. 80, n. 21, p. 2997-3013, 1975.
- HAMEL, J. F.; HIMMELMAN, J. H. ; DUFRESNE, L. Gametogenesis and spawning of the sea cucumber *Psolus fabricii* (Duben and Koren). **Biol. Bull.**, v. 184, p. 125-143, 1993.
- HAROLD, A. S.; TELFORD, M. Systematics, phylogeny and biogeography of the genus *Mellita* (Echinoidea, Clypeasteroidea). **J. Nat. Hist.**, v. 24, p. 987-1026, 1990.
- HINES, J.; KENNY, R. The growth of *Arachnoides placenta* (L.) (Echinoidea). **Pac. Sci.**, v. 24, p. 230-235, 1967.
- HYMAN, L. H. Notes on the biology of the five-lunuled sand dollar. **Biol. Bull.**, v. 114, p. 54-56, 1958.
- KENK, R., Ecological observation on two Puerto Rican echinoderms *Mellita lata* and *Astropecten marginatus*. **Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole**, v. 87, p. 177-187, 1944.
- KING, C. A. M., **Beaches and coasts.** London: E. Arnold, 1972. 570 p.

- LAEDSGAARD, P.; BYRNE, M. ; ANDERSON, D.T. Reproduction of sympatric populations of *Heliocidaris erythrogramma* and *H. tuberculata* (Echinoidea) in New Wales (Australia). **Mar. Biol. Bull.**, v. 110, n. 3, p. 359-374, 1991.
- LANE, J. E. M. ; LAWRENCE, J. M. Gonadal growth and gametogenesis in the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778). **Mar. Biol.**, v. 38, p. 271-285, 1979.
- LANE, J. E. M. ; LAWRENCE, J. M. Seasonal variation in body growth, density and distribution of a population of sand dollars, *Mellita quinquesperforata* (Leske). **Bull. Mar. Sci.**, v. 30, n. 4, p. 871-882, 1980.
- LANE, J. E. M. ; LAWRENCE, J. M., Food feeding and absorption efficiencies of the sand dollar, *Mellita quinquesperforata* (Leske). **Est. Coast. Shelf Sci.**, v.14, p. 421-431, 1982.
- LAWRENCE, J. **A Functional Biology of Echinoderms**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1987. 340 p.
- LESSIOS, H. A. Presence and absence of monthly reproductive rhythms among eight Caribbean echinoids of the coast of Panama. **J. Exp. Mar. Ecol.**, v. 153, n. 1, p. 27-48, 1981.
- MASSELINK, G. ; SHORT, A. D. The effect of tide range on beach morfodynamics and morphology, A conceptional beach model. **J. Coast. Res.**, v. 9, n. 3, p. 785-800, 1993.
- MERRIL, R. J. ; HOBSON, E. Field observations of *Dendraster excentricus*, a sand dollar of western North America. **Am. Nat.**, v. 83, p. 595-624, 1970.
- MOORE, H. B. A comparison of the biology of *Echinus esculentus* in different habitats. Part I. **J. Mar. Biol. Ass. U. K.**, v. 19, p. 869-885, 1934.
- MORIN, J.G.; KASTENDIEK, J. E.; HARRINGTON, A.; DAVIS, N. Organization and patterns of interactions in a subtidal sand community on an exposed coast. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 27, p. 163-185, 1985.
- MOSS, J. W. ; LAWRENCE, J. M. Changes in carbohydrate, lipid and protein levels with age and season in the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske). **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 8, p. 225-239, 1972.
- PAULY, D. Studying single-species dynamics in a multispecies context. In: _____ and Murphy, G. (ed). **Theory and Management of Tropical Fisheries**. ICLARM Conference Proceedings, 360 p., 1982.
- _____ ; DAVID, N. An objective method for determining growth from lenght-frequency data. **ICLARM, Newsletter**, v.3, n.3, p. 13-15, 1980.

- _____. Elefan I, a BASIC program for the objective extration of growth parameters from lenght-frequency data. **Meeresforschung / Reports on Marine Research**, v. 28, n. 4, p. 205-211, 1981.
- PEARSE, J. S. Reproductive periodicities of Indo-Pacific invertebrates in the Gulf of Suez. II- The echinoid *Echinometra mathaei* (De Blainville). **Bull. Mar. Sci.**, v.19, n. 3, p. 580-613, 1969.
- _____; McCLINTOCK, J. B. A comparison of reproduction by the brooding spatangoid echinoids *Abatus mimrodi* and *A. schacklitoni*. **Inv. Rep. Dev.**, v.17, p. 181-191, 1990.
- PENCHASZADEH, P. E. ; MOLINET, R. Population ecology of the sand dollar *Mellita quinquesperforata latambulacra* Clark, 1940 on the west-central coast of Venezuela. In: International Echinoderms Conference (8.: 1993: Dijon). **Proceedings...** Rotterdam: A. A. Balkema. 1994. p. 827-835.
- PERES, J. M. Zonations. In: KINNE, O. (Ed.). **Marine Ecology**. New York: [s.n.], 1982, 642 p.
- PERILLO, G. M. E.; PICCOLO, M. C. **Programa de observaciones costeras (POC)**. Argentina: IADO, 1987. 17 p. (Contribuciones Tecnologicas).
- PORTOBRÁS. **Relatório de medições de ondas em Paranaguá, PR. Período: 21.08.82 à 21.01.83**. Rio de Janeiro: INPH, 1983 a. 23 p.
- PORTOBRÁS. **2º Relatório de medições oceanográficas e meteorológicas efetuadas em Paranaguá, PR**. Rio de Janeiro: INPH, 1983 b. 90 p.
- REIDENAUER, J. A. Sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske) burrow trails, sites of harpacticoid disturbance and nematode attraction. **J. Exp. Mar. Ecol.**, v. 130, p. 223-235, 1989.
- SALSMAN, G. G.; TOLBERT, W. H. Observations on the sand dollar, *Mellita quinquesperforata*. **Limnol. Oceanog.**, v. 10, p. 152-155, 1965.
- SCHEIBLING, R. E. The annual reproductive cycle of *Oreaster reticulatus* (Echinodermata, Asteroidea) and interpopulation differences in reproductive capacity. **J. Exp. Mar. Ecol.**, v. 54, p. 39-54, 1981.
- SHORT, A. D. Temporal change in beach type resulting from a change in grain size. **Search**, v. 15, n. 7-8, p. 228-230, 1984.
- _____. **Beaches of the New South Wales coast - A guide to their nature, characteristics, surf and safety**. Sidney: Australian Beach Safety and Manegement Program, 1993. 75p.
- SMITH, A. C. ; SMITH, S. C. The sand dollar as a possible indicator of environmental stress. **J. Aquaric Aquat. Sci.** v. 5, n. 1, p. 13-17. 1987.

- STEIMLE, F. N. Population dynamics, growth nad production estimates for the sand dollar *Echinarachnius parma*. **Fish. Bull.**, v. 88, n. 1, p. 179-189. 1990.
- STRATHMANN, M. F. **Reproduction and development of Marine Invertebrates of the Northern Pacific Coast**. 2. ed. Seattle: University of Washington Press, 1987. 670 p.
- SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Blücher, 1973. 317 p.
- SWART, D. H. Physical aspects of sandy beaches. A review. In: MacLachlan A.; Erasmus, T. (Ed.). **Sandy Beaches as Ecosystems**. The Hague, Netherlands: Dr W. Junk, 1980. p. 199-202 (Developments in Hidrobiology, 19).
- TELFORD, M. A hydrodynamic interpretation of sand dollar morphology. **Bull. Mar. Sci.**, v. 31, n. 3, p. 605-622, 1981.
- TELFORD, M. An experimental analysis of lunule function in the sand dollar *Mellita quinquesperforata*. **Mar. Biol.**, v. 76, p.125-134, 1983.
- TELFORD, M.; MOOI, R. ; ELLERS, O. A new model of podial deposit feeding in the sand dollar, *Mellita quinquesperforata*, The sieve hypothesis challenged. **Biol. Bull.**, v. 169, p. 431-448, 1985.
- VERNON, J. D.; McCLINTOCK, J. B.; HOPKINS, T. S. et al. Reproduction of *Clypeaster ravenelii* (Echinodermata: Echinoidea) in the northern Gulf of Mexico. **Inv. Rep. Dev.**, v. 24, n. 1, p. 71-78, 1993.
- WEIHE, S. C. ; GRAY, I. E. Observations on the biology of the sand dollar *Mellita quinquesperforata*. **J. Elisha. Mitchell Sci. Soc.**, v. 84, p. 315-327, 1968.
- WHITE, D.C; FINDLAY, R. H.; FAZIO, S. D. et al. Effects of bioturbation and predation by *Mellita quinquesperforata* on sedimentary microbial community structure. In: Estuarine Perspectives. New York: Academic Press, 1980. p. 163-171.
- WRIGHT, L. D.; CHAPPELL, J. ; THOM, B. G. et al. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems, Southeastern Australia. **Mar. Geol.**, v. 32, p.105-140, 1979.
- ____; GUZA, R. T. ; SHORT, A. D. Dynamics of a high energy dissipative surf zone. **Mar Geol.**, v. 45, p. 41-62, 1982.
- ____; SHORT, A. D. ; NIELSEN, P. **Morphodynamics of high energy beaches and surf zones, A brief synthesis**. Australia: Department of Geography, The University of Sidney, 1982. (Coastal Studies Unit. Technical Report, n. 82/5).
- ____; NIELSEN, P. ; SHI, N. C. et al. Morphodynamics of a bar-trough surf zone. **Mar. Geol.**, v. 70, p.251-285, 1986.

____; SHORT, A .D. Morphodynamics variability of surf zones and beaches - A synthesis. **Mar. Geol.**, v. 56, p.93-119, 1984.

ANEXOS

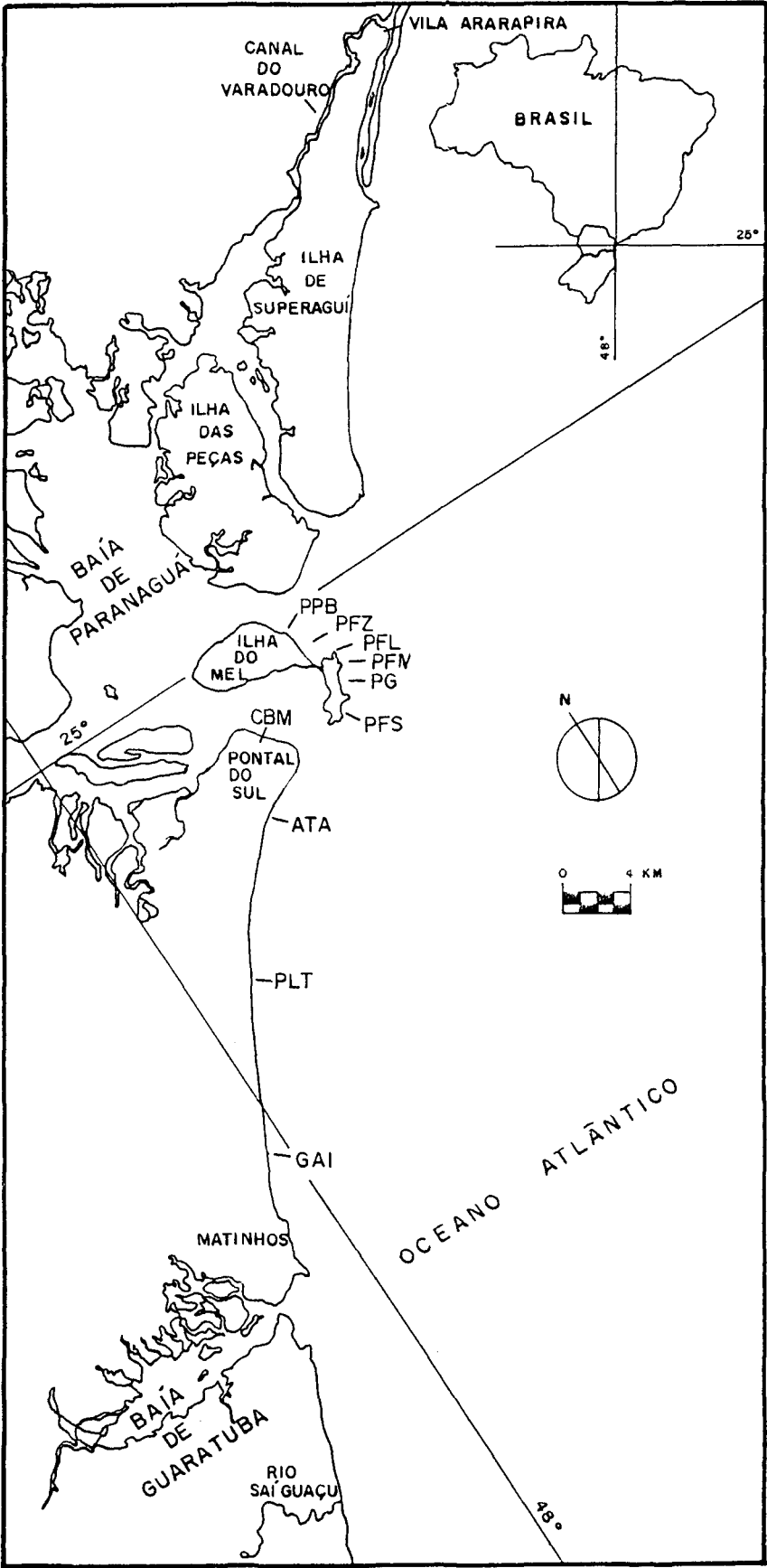


Figura 1 . Mapa de localização das praias amostradas durante o estudo.
PPB: Praia Ponta do Bicho; **PFZ:** Praia da Fortaleza; **PFL:** Praia do Farol; **PFN:** Praia Fora Norte, **PG:** Praia Grande; **PFS:** Praia Fora Sul; **CBM:** Praia de Pontal do Sul; **ATA:** Praia de Atami; **PLT:** Praia de Leste e **GAI:** Praia de Gaivotas

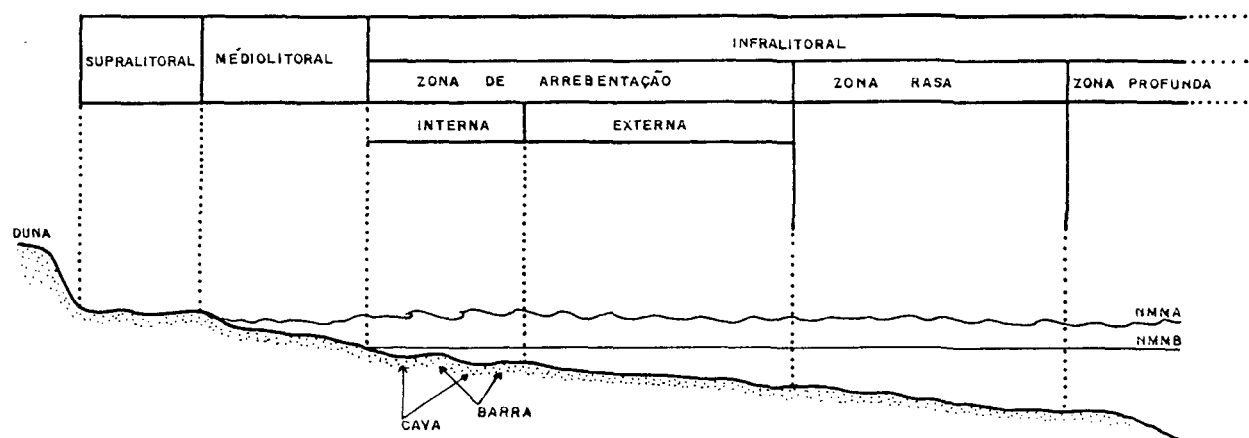


Figura 2 . Nomenclatura utilizada para a zonação faunística e física da praia segundo Pérès (1982) e Borzone & Gianuca (1990) [nmna: nível médio da maré alta; nmmb: nível médio da maré baixa]

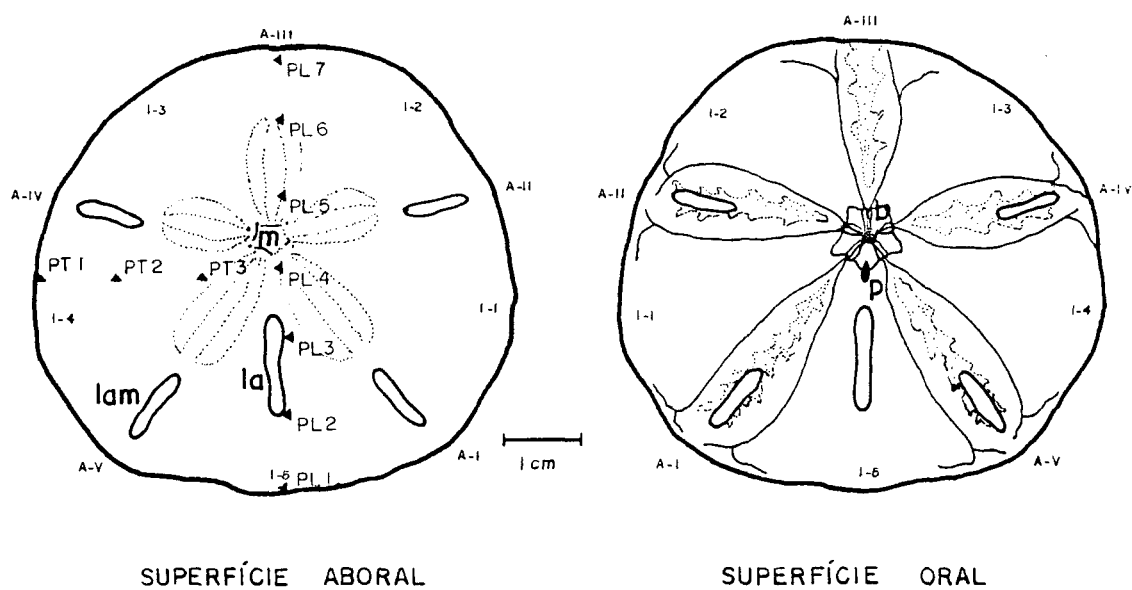


Figura 3 . Pontos de localização de estruturas da carapaça utilizadas para a definição dos caracteres morfométricos mensurados em *M. quinquiesperforata* (modificado de Harold & Telford, 1990). [A: região ambulacral; I: região interambulacral; b: boca; la: lúnula anal; lam: lúnula ambulacral; m: madreporito; p: peristômio, PL1...7: perfil longitudinal, PT1...3: perfil transversal]

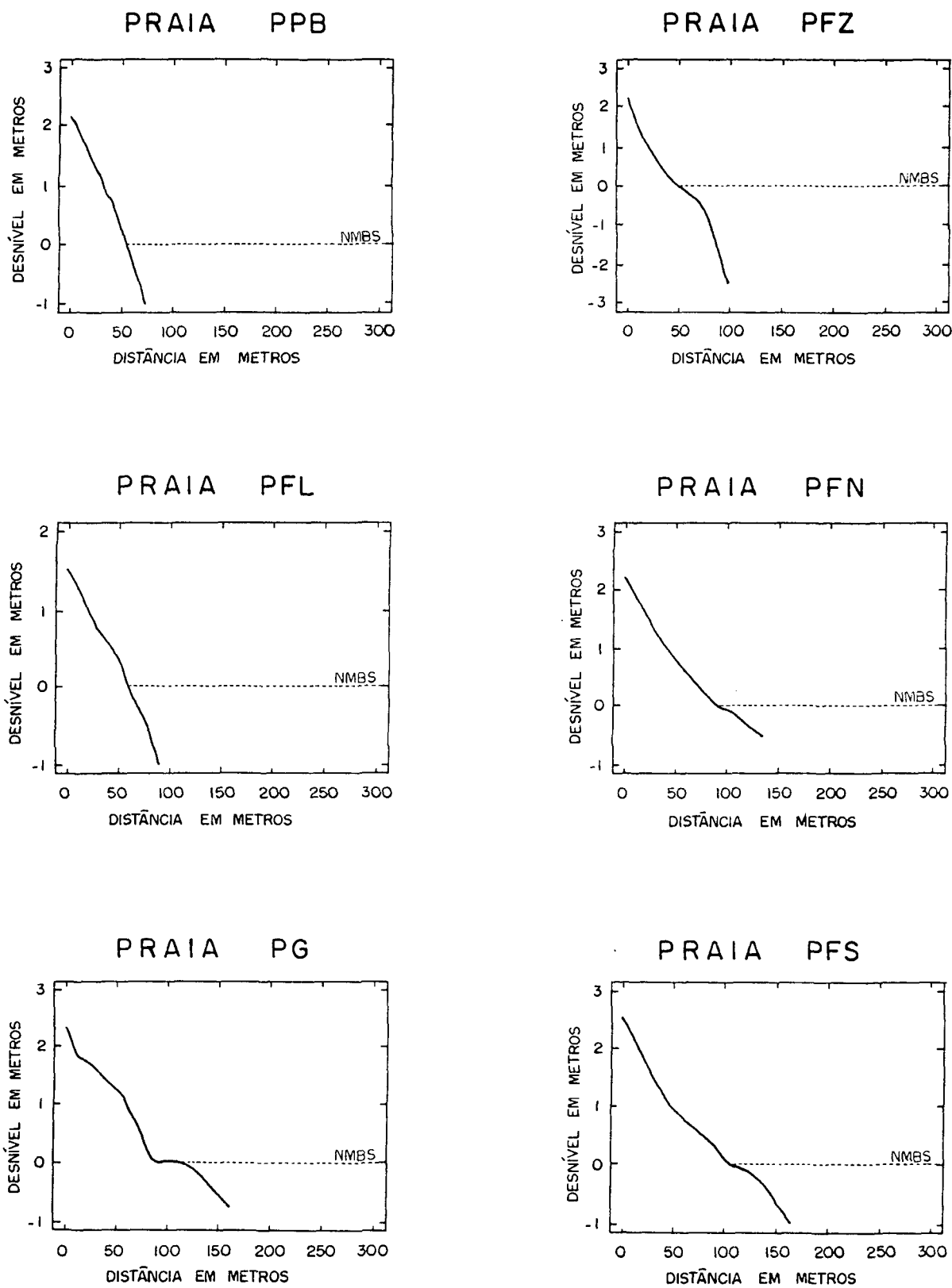


Figura 4 . Perfis topográficos das praias da Ilha do Mel. (PPB: Praia Ponta do Biccho; PFZ: Praia da Fortaleza; PFL: Praia do Farol; PFN: Praia Fora Norte, PG: Praia Grande e PFS: Praia Fora Sul)

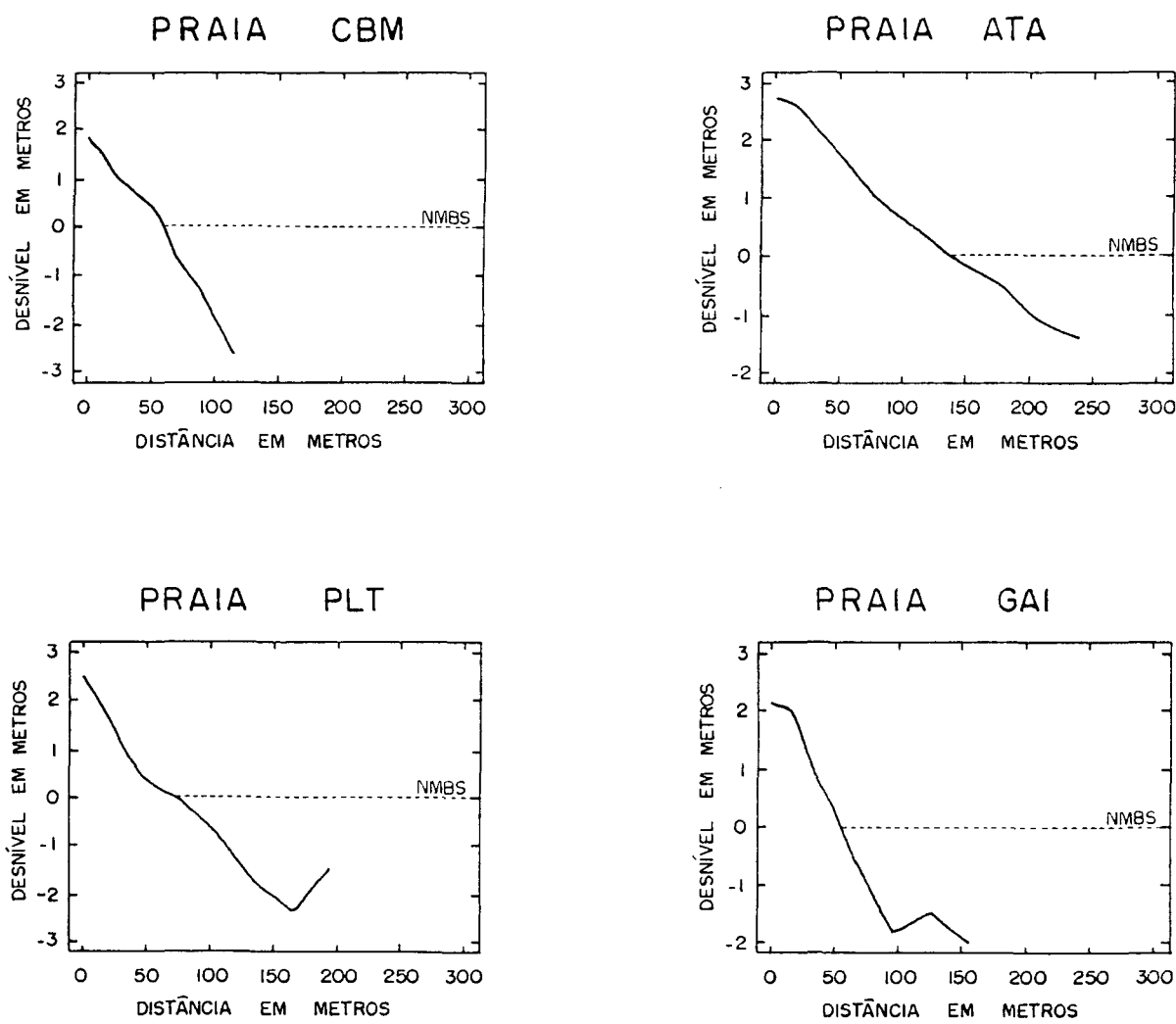


Figura 5 . Perfis topográficos das praias da Planície de Praia de Leste. (CBM: Praia de Pontal do Sul; ATA: Praia de Atami; PLT: Praia de Leste e GAI: Praia de Gaivotas).

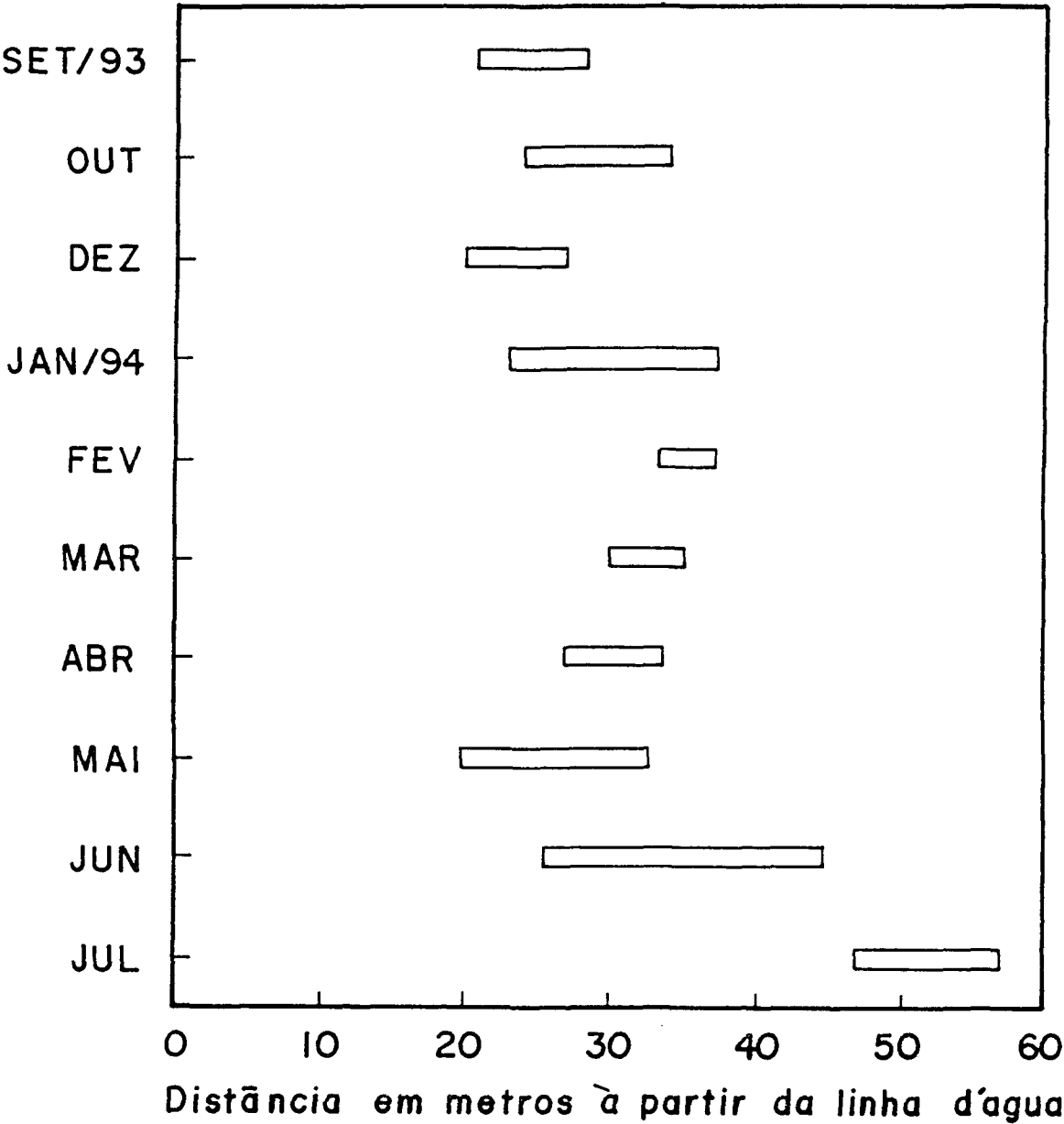


Figura 6 . Distribuição espaço-temporal de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul registrada de agosto de 1993 à julho de 1994.

Legenda:

PFZ	(□)
PFL	(△)
PG	(×)
PFS	(○)
CBM	(▲)
ATA	(●)
PLT	(+)
GAI	(■)

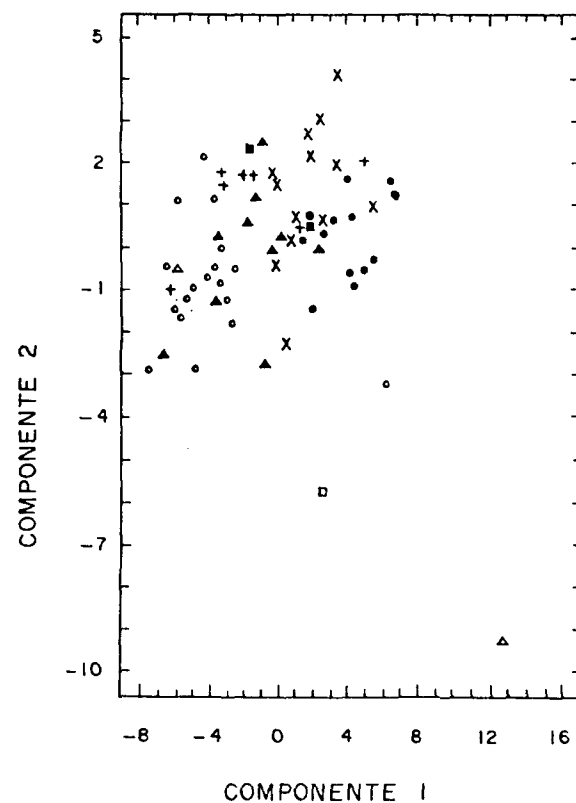


FIG. 7a

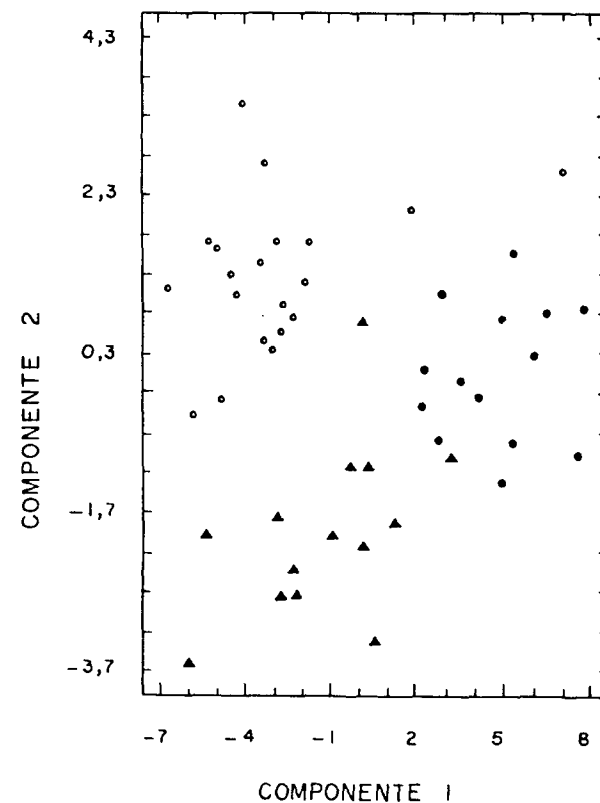


FIG. 7b

Figura 7.

Resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com indivíduos de *M. quinquiesperforata* nas praias: da Fortaleza (PFZ), do Farol (PFL), Grande (PG), Fora Sul (PFS), de Pontal do Sul (CBM), de Atami (ATA), de Leste (PLT) e de Gaivotas (GAI). [a: Análise I; b. Análise II]

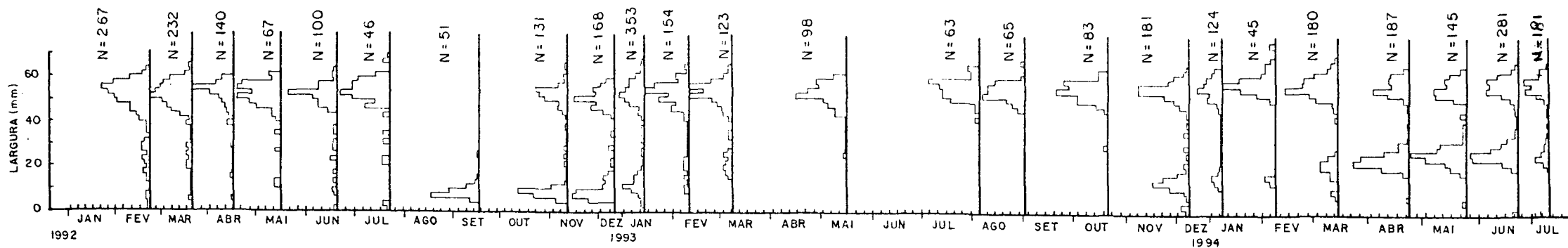


Figura 8 . Histogramas de frequência relativa (%) de tamanho (largura em mm) dos indivíduos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante o período de fevereiro de 1992 à julho de 1994.

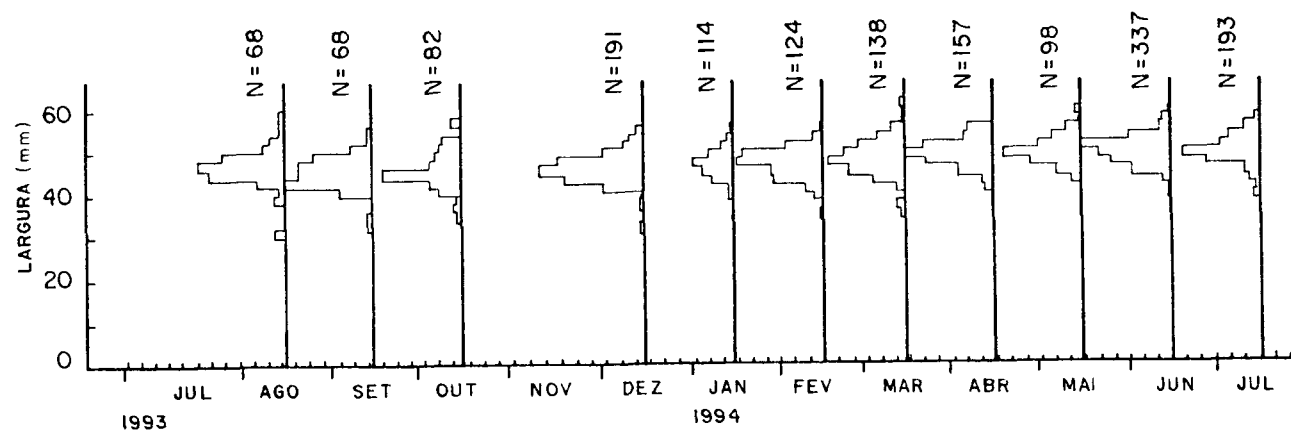


Figura 9. Histogramas de frequência relativa (%) de tamanho (largura em mm) dos indivíduos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994.

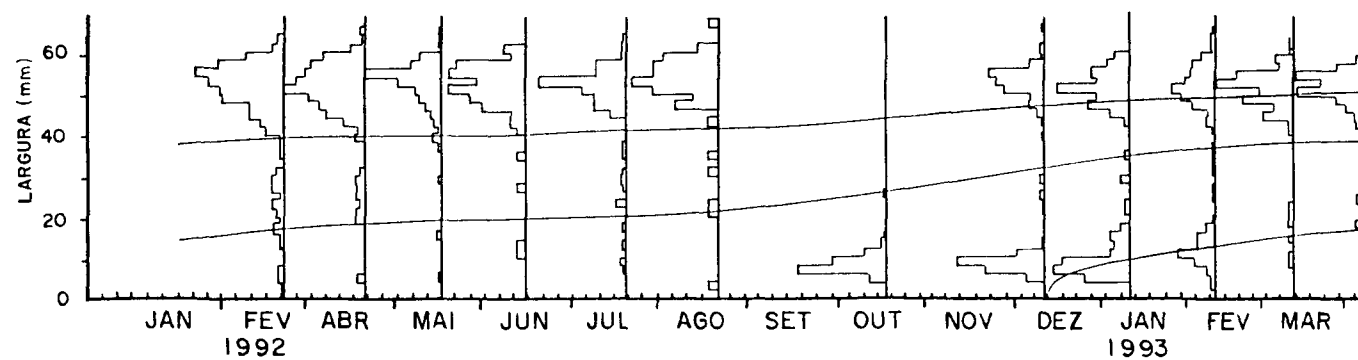


Figura 10 . Curvas de crescimento obtida pela rotina ELEFAN I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I).

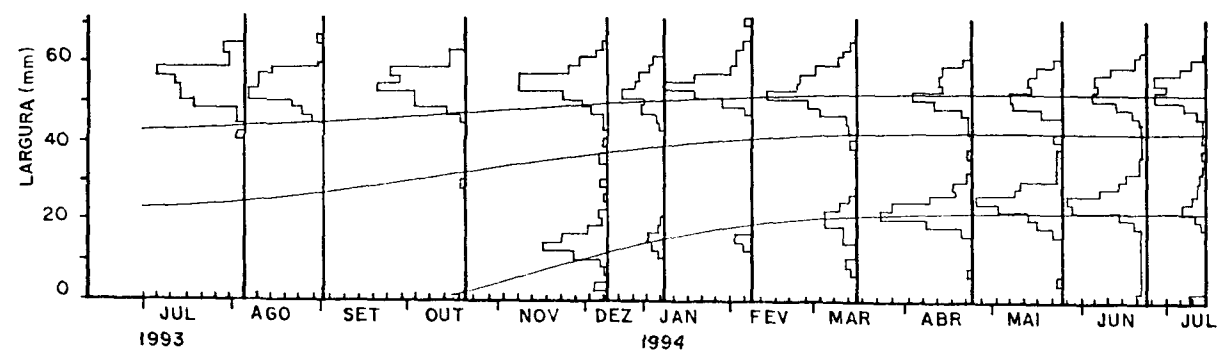


Figura 11 . Curvas de crescimento obtida pela rotina ELEFAN I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1993 e 1994 (Análise II).

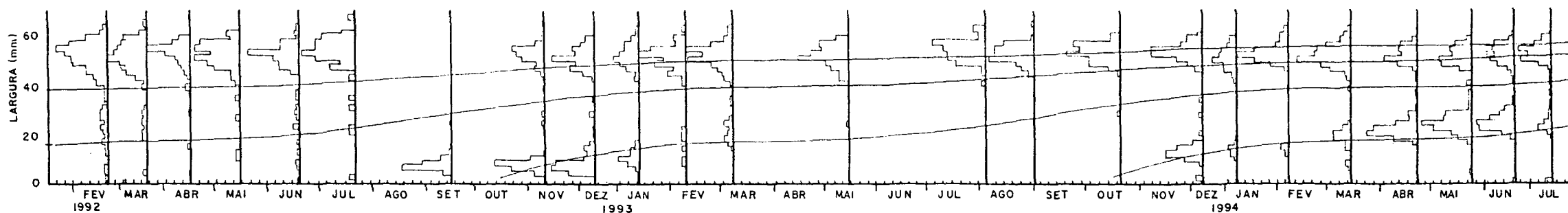


Figura 12 . Curvas de crescimento obtida pela rotina ELEFAN I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992, 1993 e 1994 (Análise III).

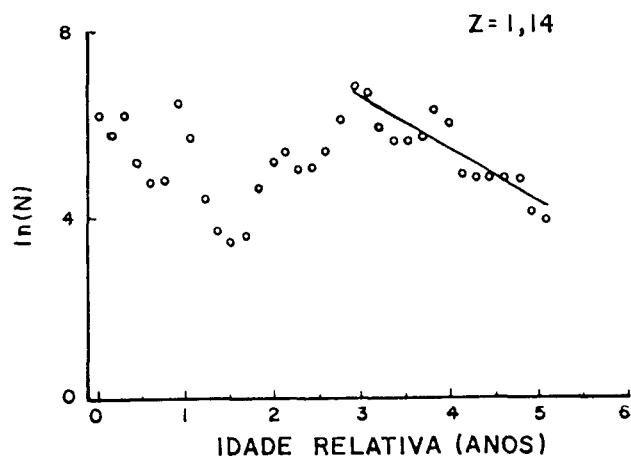


Figura 13. Estimativa da mortalidade Z pelo método de curva de captura (Powell-Wetherall) do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I) [N= no. total de indivíduos].

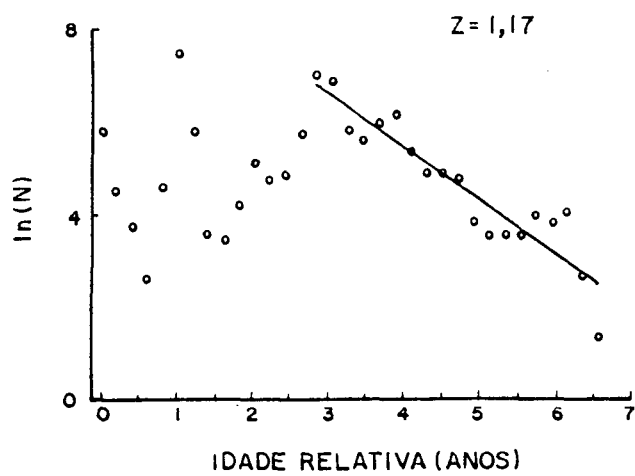


Figura 14. Estimativa da mortalidade Z pelo método de curva de captura (Powell-Wetherall) do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1993 e 1994 (Análise II) [N= no. total de indivíduos].

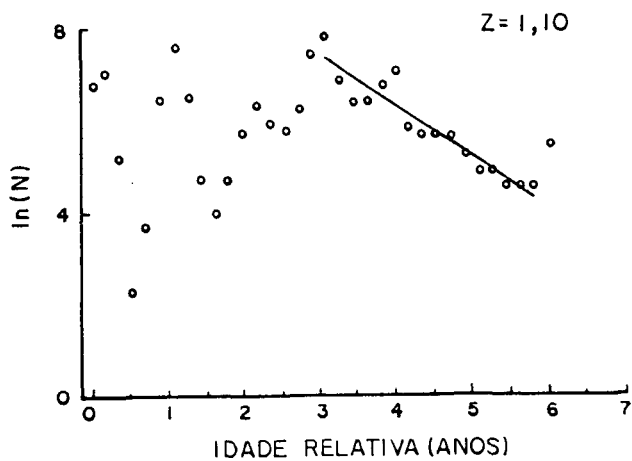


Figura 15 . Estimativa da mortalidade Z pelo método de curva de captura (Powell-Wetherall) do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992, 1993 e 1994 (Análise III) [N= no. total de indivíduos].

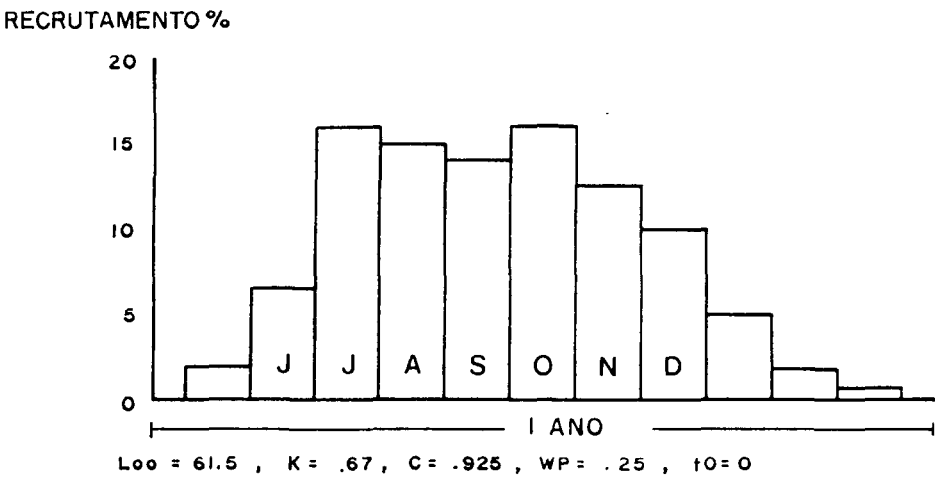


Figura 16. Padrão de recrutamento estimado pelo Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992, 1993 e 1994 (Análise III).

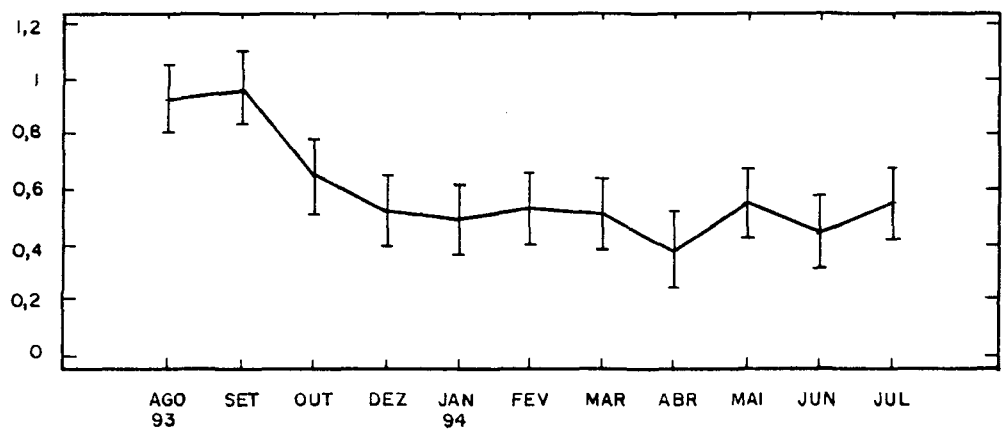


FIG. 17a

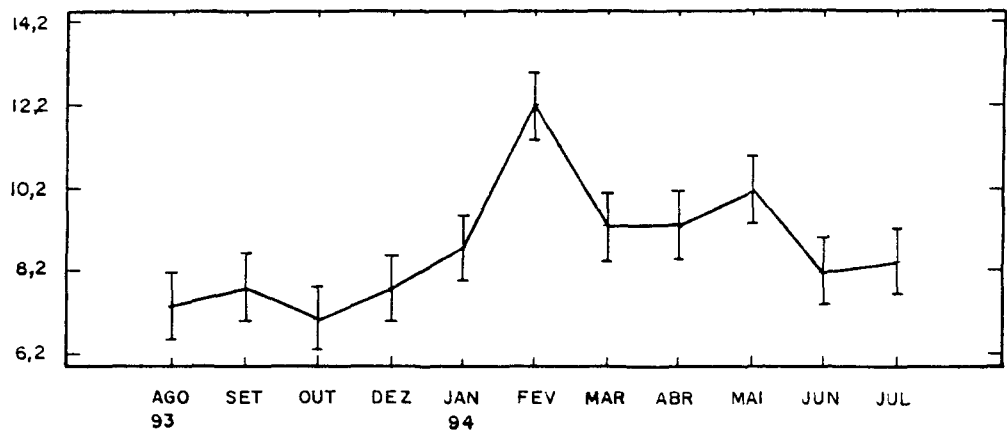


FIG. 17 b

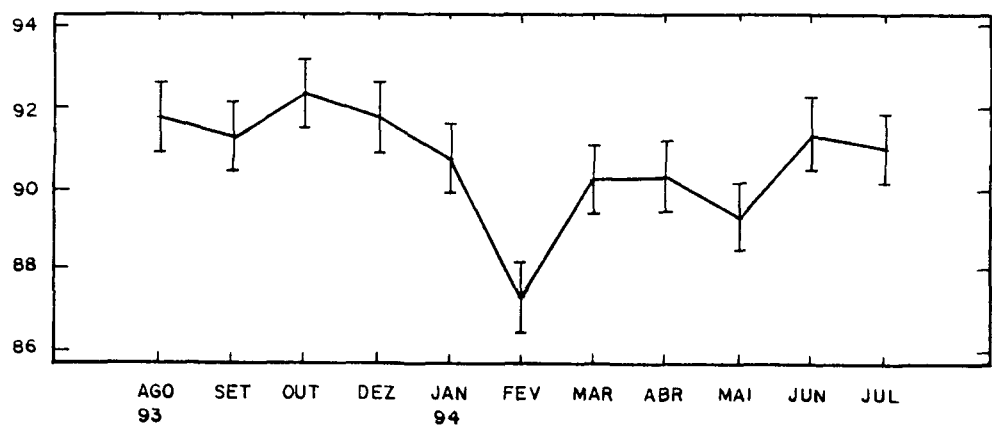


FIG. 17 c

Figura 17. Variação mensal média dos índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) [com intervalo de 95% de confiança] de *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994. (a: variação do IG; b: variação do IT; c: variação do IC).

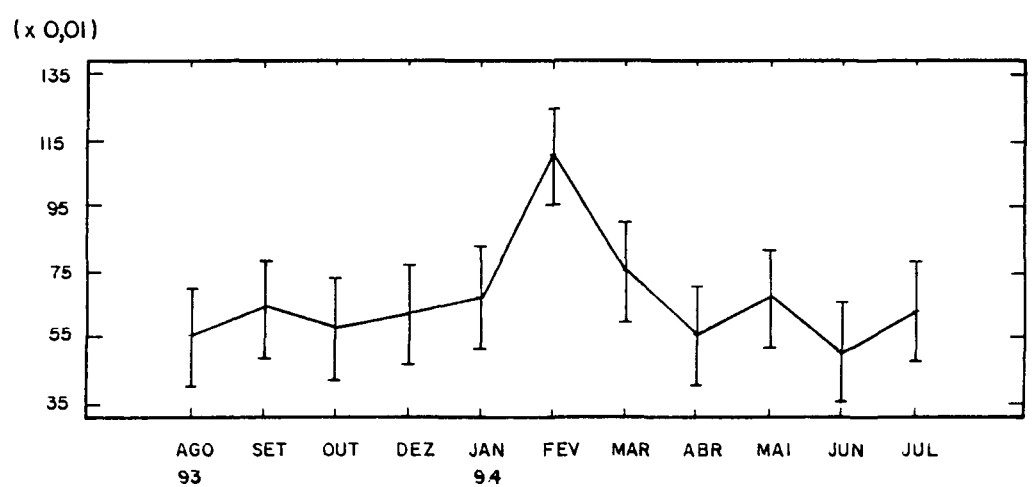


FIG. 18a

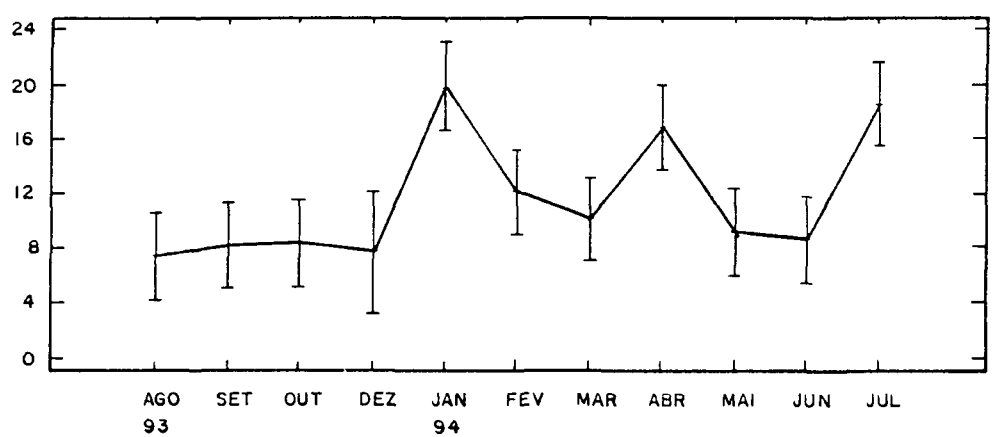


FIG. 18b

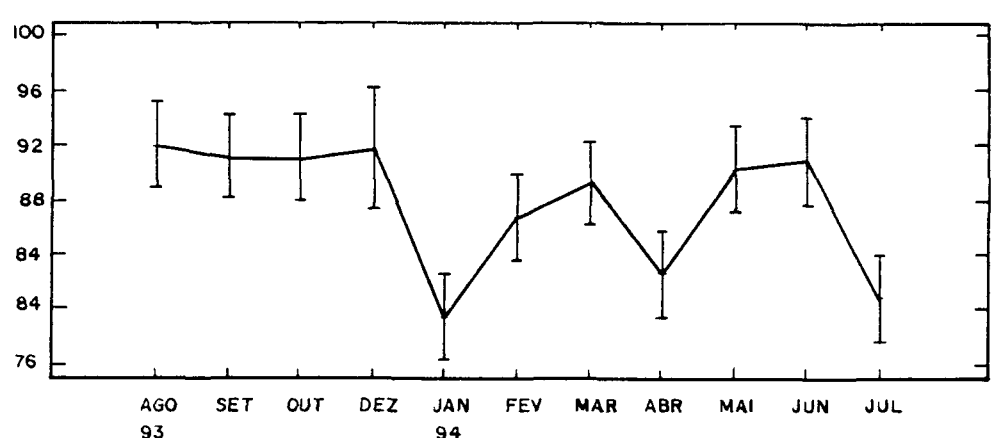


FIG. 18c

Figura 18. Variação mensal média dos índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) [com intervalo de 95% de confiança] de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994. (a: variação do IG; b: variação do IT; c: variação do IC).

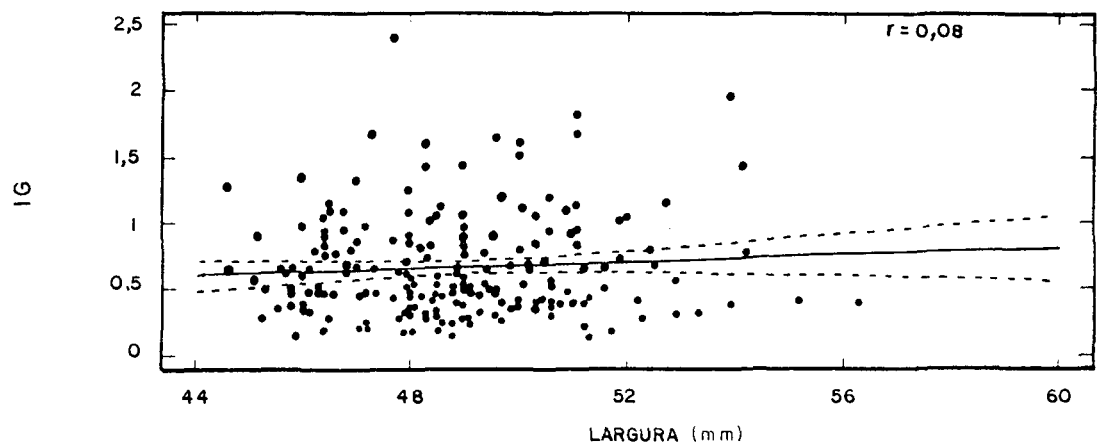


FIG. 19a

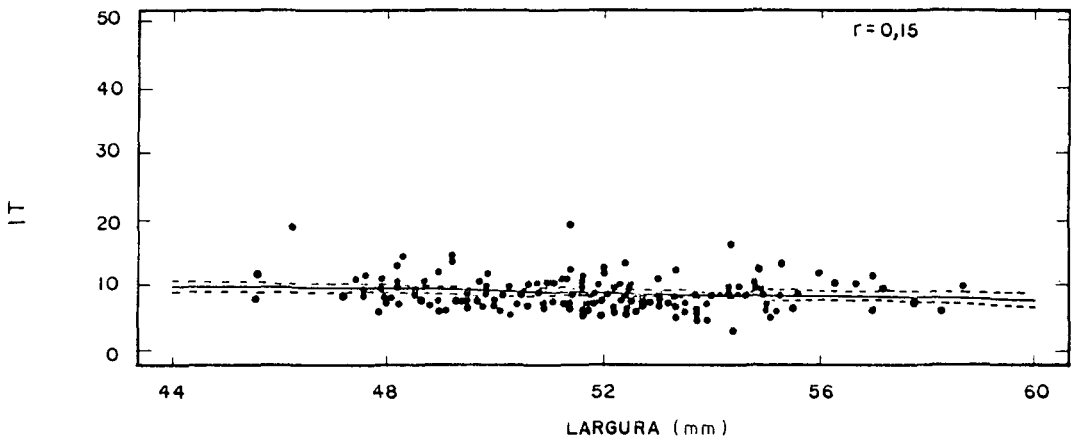


FIG. 19 b

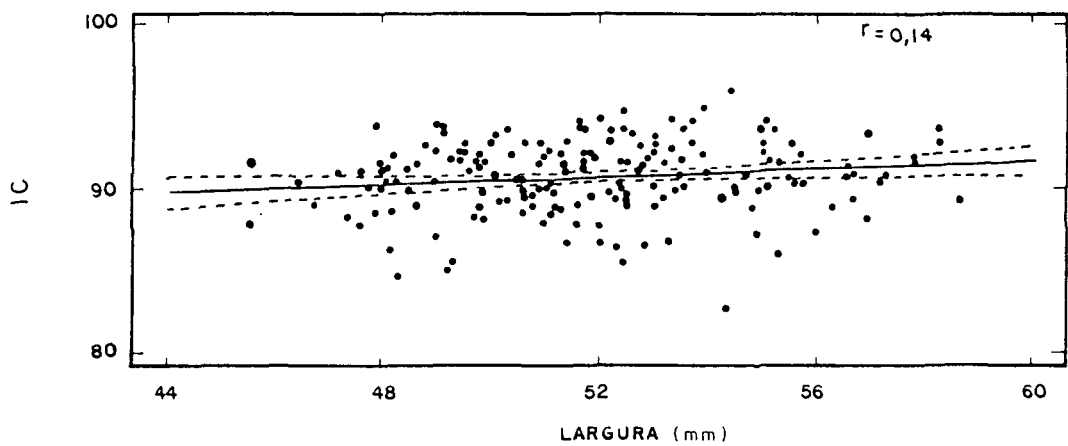


FIG. 19 c

Figura 19. Regressões lineares simples entre os índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) e a largura (mm) dos indivíduos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994. (a: IG x largura; b: IT x largura; c: IC x largura). [r = coeficiente de Pearson]

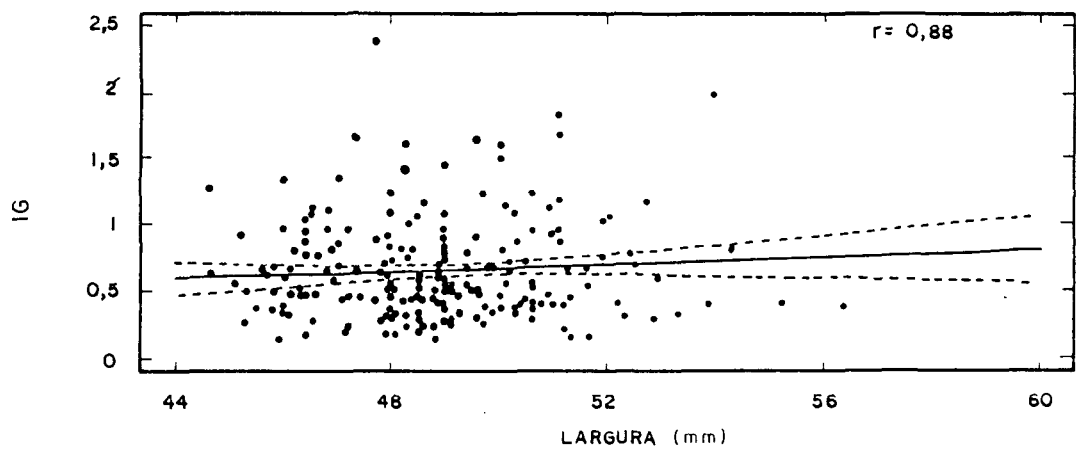


FIG. 20 a

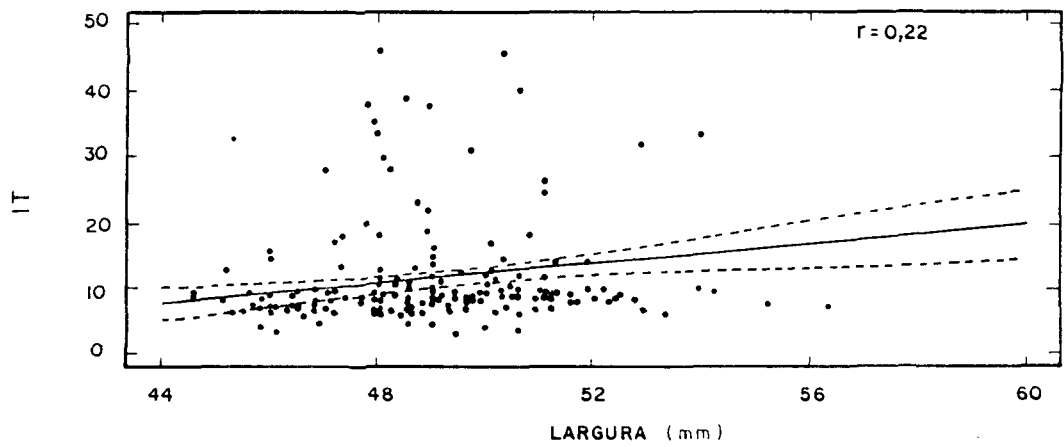


FIG. 20 b

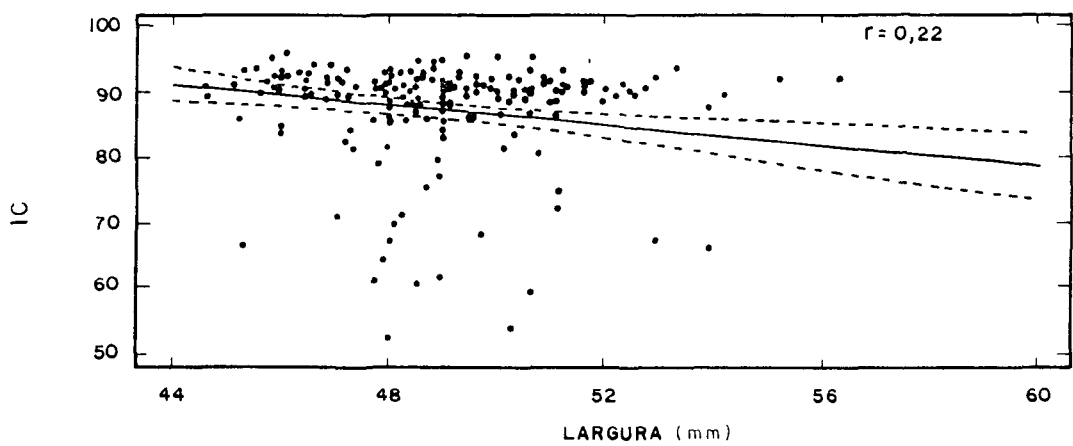


FIG. 20 c

Figura 20. Regressões lineares simples entre os índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) e a largura (mm) de indivíduos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994. (a: IG x largura; b: IT x largura; c: IC x largura). [r = coeficiente de Pearson]

Tabela 1. Parâmetros físicos e morfodinâmicos das praias da Ilha do Mel e Planície da Praia de Leste registrados em fevereiro e março de 1993. (T = temperatura da água, S =salinidade da água, Hb =altura da onda, P = período da onda, β = ângulo de inclinação do perfil praial)

Praia	Parâmetros Físicos				Inclinação da praia	Morfodinamismo	
	T (°C)	S (‰)	Hb (cm)	P (s)	β do médio/infra	Ω	ϵ
PPB	29,5	30,0	48	7,0	2,29 / 4,19	3,5	12
PFZ	29,6	33,1	130	8,8	2,54 / 2,86	8,9	14
PFL	29,3	29,3	20	8,0	1,46 / 1,91	1,5	6
PFN	28,7	33,4	168	10,8	1,42 / 0,64	9,6	233
PG	28,5	36,5	173	13,2	1,15 / 0,97	7,8	70
PFS	29,0	35,9	116	8,4	1,40 / 1,32	8,1	62
CBM	26,0	33,0	5	2,6	1,76 / 2,74	1,1	7
ATA	28,5	32,0	45	6,6	1,09 / 0,83	4,5	99
PLT	26,2	30,0	45	12,0	1,91 / 2,29	1,8	4
GAI	-	-	40	8,0	2,28 / 2,58	1,3	6

PPB: Praia Ponta do Bicho; PFZ: Praia da Fortaleza; PFL: Praia do Farol; PFN: Praia Fora Norte, PG: Praia Grande; PFS: Praia Fora Sul; CBM: Praia de Pontal do Sul; ATA: Praia de Atami; PLT: Praia de Leste e GAI: Praia de Gaivotas

Tabela 2. Parâmetros físicos e morfodinâmicos da Praia de Atami registrados de fevereiro de 1992 à julho de 1994. (T = temperatura da água, S = salinidade da água , Hb =altura da onda, P = período da onda e β = ângulo de inclinação do perfil praial)

Meses	Parâmetros Físicos				Inclinação da praia	Morfodinamismo	
	T (°C)	S (‰)	Hb (cm)	P (s)	β do médio/infra	Ω	ε
FEV/92	26,7	31,0	60	8,0	0,98 / 0,67	5,4	138,8
MAR/92	27,0	31,0	45	9,5	1,25 / 0,79	3,4	52,1
ABR/92	24,9	33,2	80	5,5	1,39 / 2,19	10,4	533,2
MAI/92	23,0	32,1	75	10,7	1,14 / 0,64	5,0	104,8
JUN/92	21,7	29,8	95	6,5	1,14 / 0,96	10,5	158,9
JUL/92	17,0	33,0	-	-	1,29 / 2,38	-	-
SET/92	20,0	30,6	76	4,2	1,24 / 0,69	12,9	581,5
NOV/92	24,4	33,8	37	10,3	1,36 / 0,89	2,5	28,7
DEZ/92	25,8	33,4	62	13,0	1,20 / 0,85	3,4	32,6
FEV/93	28,5	33,5	65	5,0	1,17 / 0,79	9,3	269,6
MAR/93	28,5	32,0	45	6,6	1,19 / 0,76	4,5	104,1
AGO/93	15,0	29,0	-	-		-	-
SET/93	17,5	30,0	-	-		-	-
OUT/93	22,0	28,0	-	-		-	-
DEZ/93	27,5	30,0	-	-		-	-
JAN/94	25,0	32,0	100	13,3	1,18 / 0,78*	5,4	60,8
FEV/94	25,0	31,0	-	-		-	-
MAR/94	25,5	24,5	100	8,7	1,18 / 0,78*	8,2	142,1
ABR/94	20,5	31,0	50	10,5	1,18 / 0,78*	3,4	48,7
MAI/94	22,5	35,0	75	6,7	1,18 / 0,78*	8,0	179,7
JUN/94	20,5	33,5	50	8,3	1,18 / 0,78*	4,3	78,1
JUL/94	16,5	-	75	10,2	1,18 / 0,78*	5,3	77,5

* valores médios calculados do período de fevereiro/92 à março/93

Tabela 3. Parâmetros físicos e morfodinâmicos da Praia de Pontal do Sul registrados de agosto de 1993 à julho de 1994. (T= temperatura da água, S = salinidade da água, Hb = altura da onda, P = período da onda, β = ângulo de inclinação do perfil praial)

Meses	Parâmetros Físicos				Inclinação da praia	Morfodinamismo	
	T (°C)	S (‰)	Hb (cm)	P (s)	β do médio/infra	Ω	ϵ
AGO/93	17,0	30,0	-	-	-		-
SET/93	18,0	29,0	-	-	-	-	-
OUT/93	22,5	27,0	20	7,5	1,76/2,74*	1,9	3,1
DEZ/93	25,5	30,0	10	4,4	*	1,6	4,5
JAN/94	26,5	30,5	20	7,5	*	1,9	3,1
FEV/94	25,0	31,0	10	4,6	*	1,6	4,7
MAR/94	24,5	25,5	10	5,2	*	1,4	3,2
ABR/94	22,5	30,0	30	3,7	*	5,8	19,2
MAI/94	23,0	32,0	50	5,2	*	6,9	16,2
JUN/94	21,0	32,0	10	4,6	*	1,7	4,7
JUL/94	18,5	-	10	4,1	*	1,7	5,2

* valores de março/93

Tabela 4. Parâmetros sedimentológicos das praias da Ilha do Mel e Planície da Praia de Leste, por ponto de coleta (#) e em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrados em fevereiro e março de 1993

MI = valor médio dos sedimentos dos pontos do infralitoral
* pontos de coleta com presença de *Mellita quinquesperforata*

Praias		Dist.	Média (ϕ)	Mediana (ϕ)	Desvio (ϕ)	Assimetria (ϕ)	Curtose (ϕ)
PPB							
	#1	0m	2,29	2,59	0,80	-0,47	0,85
	#2	5m	2,54	2,73	0,74	-0,51	2,88
	#3	10m	2,68	2,75	0,68	-0,40	2,92
*	#4	20m	2,80	2,79	0,24	0,19	1,11
	MI		2,68	2,76	0,56	-0,24	1,94
PFZ							
	#1	0m	2,73	2,73	0,29	-0,07	1,52
	#2	10m	2,62	2,70	0,44	-0,30	1,75
	#3	20m	2,40	2,59	0,69	-0,47	1,17
	#4	30m	2,75	2,75	0,34	-0,09	1,66
*	#5	40m	2,78	2,78	0,22	0,16	1,11
*	#6	50m	2,75	2,75	0,30	-0,06	1,57
	MI		2,66	2,72	0,40	-0,15	1,46
PFL							
	#1	0m	2,78	2,78	0,23	0,16	1,09
*	#2	10m	2,76	2,76	0,27	0,004	1,40
	#3	20m	2,76	2,76	0,27	-0,005	1,42
*	#4	30m	2,75	2,75	0,27	-0,05	1,49
	MI		2,76	2,76	0,28	-0,02	1,35
PFN							
	#1	0m	2,77	2,77	0,22	0,15	1,10
	#2	15m	2,77	2,77	0,22	0,16	1,08
*	#3	30m	2,78	2,78	0,23	0,17	1,12
*	#4	45m	2,79	2,79	0,22	0,17	1,11
	MI		2,78	2,78	0,23	0,17	1,10
PG							
*	#1	0m	2,78	2,78	0,23	0,16	1,10
*	#2	15m	2,79	2,79	0,23	0,18	1,11
*	#3	30m	2,78	2,78	0,27	0,05	1,32
*	#4	45m	2,75	2,75	0,35	-0,12	1,84
	MI		2,77	2,77	0,31	-0,02	1,41
PFS							
	#1	0m	2,80	2,77	0,34	0,003	1,51
*	#2	15m	2,59	2,71	0,51	-0,35	1,80
*	#3	30m	2,74	2,74	0,36	-0,14	1,87
*	#4	60m	2,81	2,79	0,25	0,22	1,09
	MI		2,75	2,77	0,31	0,01	1,51

Tabela 4 (continuação)

CBM							
	#1	0m	2,76	2,76	0,28	-0,02	1,49
	#2	10m	2,87	2,83	0,41	-0,03	1,42
*	#3	25m	2,90	2,86	0,31	0,22	0,83
*	#4	40m	2,83	2,80	0,27	0,24	1,09
	#5	55m	2,79	2,78	0,29	0,04	1,40
	MI		2,83	2,80	0,31	0,09	1,24
ATA							
	#1	0m	2,86	2,82	0,38	0,006	1,23
	#2	30m	2,83	2,79	0,41	-0,02	1,55
*	#3	60m	3,02	3,04	0,31	-0,08	0,74
*	#4	90m	2,94	2,92	0,37	-0,03	0,95
*	#5	120m	2,86	2,82	0,39	0,01	1,21
*	#6	150m	2,97	2,96	0,32	0,05	0,74
	MI		2,89	2,87	0,38	-0,02	1,12
PLT							
	#1	0m	2,18	2,17	0,59	-0,06	0,80
	#2	15m	1,85	1,18	0,73	0,07	0,83
*	#3	30m	2,22	2,37	0,74	-0,29	0,86
*	#4	60m	2,83	2,79	0,42	-0,02	1,61
	#5	90m	2,66	2,74	0,62	-0,34	2,17
*	#6	120m	2,85	2,81	0,46	-0,07	1,51
	MI		2,43	2,46	0,58	-0,14	1,24
GAI							
	#1	0m	1,60	1,46	0,93	0,14	0,65
	#2	10m	1,64	1,66	0,95	-0,05	0,70
*	#3	40m	2,63	2,71	0,43	-0,26	1,74
	#4	70m	2,72	2,74	0,38	-0,16	1,75
*	#5	100m	1,76	1,82	0,94	-0,11	0,71
	MI		2,07	2,08	0,73	-0,09	1,11

PPB: Praia Ponta do Biecho; PFZ: Praia da Fortaleza; PFL: Praia do Farol; PFN: Praia Fora Norte, PG: Praia Grande; PFS: Praia Fora Sul; CBM: Praia de Pontal do Sul; ATA: Praia de Atami; PLT: Praia de Leste e GAI: Praia de Gaivotas

Tabela 5. Parâmetros sedimentológicos da Praia de Atami por ponto de coleta (#) e em relação à distância (em metros) da linha d’água registrados de fevereiro de 1992 à março de 1993

MI = valor médio dos sedimentos dos pontos do infralitoral
* pontos de coleta com presença de *Mellita quinquesperforata*

Meses		Dist.	Média (φ)	Mediana (φ)	Desvio (φ)	Assimetria (φ)	Curtose (φ)
FEV/92							
	#1	0m	2,80	2,83	0,50	-0,19	1,20
	#2	15m	2,91	2,88	0,41	-0,67	1,14
*	#3	30m	2,97	2,98	0,39	-0,15	0,98
	#4	60m	2,91	2,89	0,46	-0,16	1,23
	#5	90m	3,06	3,11	0,31	-0,19	0,79
	#6	120m	3,03	3,05	0,31	-0,11	0,74
*	#7	150m	2,90	2,88	0,44	-0,12	1,21
*	#8	180m	3,06	3,10	0,31	-0,19	0,79
	MI		2,96	2,97	0,39	-0,22	1,01
MAR/92							
	#1	0m	2,78	2,83	0,52	-0,20	1,14
	#2	15m	2,65	2,73	0,56	-0,21	1,06
*	#3	30m	3,06	3,10	0,32	-0,20	0,79
	#4	60m	2,64	2,77	0,61	-0,31	1,44
*	#5	90m	2,89	2,84	0,32	0,15	0,94
*	#6	120m	3,10	3,14	0,33	-0,17	0,94
*	#7	150m	3,08	3,12	0,31	-0,21	0,82
*	#8	180m	3,07	3,11	0,32	-0,19	0,79
	MI		2,91	2,96	0,41	-0,17	0,99
MAI/92							
	#1	0m	2,90	2,87	0,36	0,03	0,98
	#2	15m	3,00	3,04	0,38	-0,24	0,98
	#3	30m	2,94	2,93	0,39	-0,08	1,01
	#4	60m	3,03	3,06	0,32	-0,13	0,75
	#5	90m	2,78	2,78	0,45	-0,11	1,42
*	#6	120m	3,08	3,13	0,31	-0,22	0,83
	MI		2,96	2,97	0,37	-0,12	0,99
JUN/92							
	#1	0m	2,91	2,86	0,30	0,22	0,84
	#2	15m	2,93	2,89	0,31	0,17	0,78
	#3	30m	2,92	2,88	0,34	0,06	0,91
	#4	60m	3,02	3,06	0,33	-0,16	0,77
*	#5	90m	3,07	3,11	0,32	-0,22	0,81
	#6	120m	3,09	3,15	0,31	-0,25	0,90
*	#7	150m	3,02	3,05	0,32	-0,12	0,74
*	#8	180m	2,98	2,98	0,38	-0,10	0,94
	MI		2,99	3,00	0,33	-0,05	0,83

Tabela 5 (continuação)

SET/92							
	#1	0m	2,72	2,73	0,39	-0,03	1,21
*	#2	15m	2,91	2,88	0,38	-0,02	1,00
	#3	30m	2,79	2,77	0,39	-0,02	1,41
*	#4	60m	2,99	3,05	0,44	-0,35	1,11
*	#5	90m	2,78	2,77	0,39	0,003	1,29
*	#6	120m	3,03	3,05	0,32	-0,09	0,74
*	#7	150m	3,15	3,18	0,27	-0,25	1,10
*	#8	180m	3,07	3,11	0,31	-0,21	0,80
	MI		2,93	2,94	0,36	-0,12	1,08
NOV/92							
	#1	0m	2,99	3,00	0,33	-0,03	0,73
*	#2	15m	2,80	2,81	0,48	-0,13	1,20
	#3	30m	2,95	2,94	0,39	-0,10	0,98
*	#4	60m	2,92	2,89	0,37	0,004	0,98
*	#5	90m	2,90	2,87	0,41	-0,05	1,15
	#6	120m	3,09	3,14	0,31	-0,23	0,85
*	#7	150m	3,07	3,12	0,32	-0,19	0,81
*	#8	180m	3,13	3,17	0,29	-0,24	1,04
	MI		2,98	2,99	0,36	-0,12	0,97
DEZ/92							
	#1	0m	2,93	2,90	0,37	-0,01	0,95
*	#2	15m	2,85	2,85	0,47	-0,14	1,17
*	#3	30m	2,82	2,79	0,42	-0,04	1,34
	#4	60m	2,94	2,93	0,38	-0,07	0,99
*	#5	90m	3,02	3,06	0,35	-0,20	0,84
*	#6	120m	2,85	2,81	0,46	-0,08	1,43
*	#7	150m	2,93	2,89	0,32	0,17	0,77
*	#8	180m	3,04	3,07	0,32	-0,14	0,75
	MI		2,92	2,91	0,39	-0,06	1,03
FEV/93							
*	#1	0m	2,99	3,02	0,40	-0,25	1,01
	#2	15m	2,97	2,98	0,40	-0,18	1,02
	#3	30m	2,88	2,92	0,50	-0,26	1,17
*	#4	60m	3,18	3,20	0,28	-0,16	1,21
*	#5	90m	3,20	3,21	0,27	-0,10	1,27
*	#6	120m	3,09	3,14	0,30	-0,24	0,88
*	#7	150m	3,12	3,17	0,29	-0,25	0,98
*	#8	180m	3,17	3,20	0,28	-0,18	0,17
	MI		3,08	3,10	0,34	-0,20	1,09
MAR/93							
	#1	0m	2,91	2,88	0,35	0,05	0,95
	#2	15m	2,71	2,75	0,50	-0,20	1,62
	#3	30m	2,86	2,82	0,38	0,02	1,23
	#4	60m	2,83	2,79	0,41	-0,02	1,55
*	#5	90m	3,02	3,04	0,31	-0,08	0,74
*	#6	120m	2,94	2,92	0,37	-0,03	0,95
*	#7	150m	2,86	2,82	0,39	0,01	1,12
*	#8	180m	2,97	2,96	0,32	0,05	0,74
	MI		2,89	2,87	0,38	-0,02	1,12

Tabela 6. Densidade (no. de indivíduos. m⁻²) de adultos de *M. quinquesperforata* nas praias da Ilha do Mel e Planície da Praia de Leste, em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrada em fevereiro e março de 1993.

	0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	40m	45m	50m	55m	60m	70m	75m	90m	100m	115m	120m	150m	180m
PPB	0	0	0	-	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PFZ	0	-	0	-	0	-	0	40	-	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PFL	0	-	0	-	0	-	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PFN	0	-	-	0	-	-	0	-	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PG	0	-	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	14	-	-	244	X	X	X
PFS	0	-	-	230	-	-	434	-	-	-	-	190	X	X	X	X	X	X	X	X
CBM	0	-	0	-	-	122	-	-	-	-	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATA	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	14	-	-	251	394	34
PLT	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	0	-	-	68	X	X
GAI	0	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	27	X	X	X	X

Tabela 7. Densidade (no. de indivíduos. m⁻²) de juvenis de *M. quinquesperforata* nas praias da Ilha do Mel e Planície da Praia de Leste, em relação à distância (em metros) da linha d'água, registrada em fevereiro e março de 1993.

	0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	40m	45m	50m	55m	60m	70m	75m	90m	100m	115m	120m	150m	180m
PPB	0	0	0	-	54	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PFZ	0	-	0	-	0	-	0	34	-	47	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PFL	0	-	7	-	0	-	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PFN	0	-	-	0	-	-	20	-	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PG	0	-	-	0	-	-	14	-	27	-	-	-	-	40	-	-	14	X	X	X
PFS	0	-	-	28	-	-	7	-	-	-	-	7	X	X	X	X	X	X	X	X
CBM	0	-	7	-	-	0	-	-	-	-	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ATA	0	-	-	0	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	14	-	-	54	74	0
PLT	0	-	-	0	-	-	7	-	-	-	-	27	-	-	0	-	-	102	X	X
GAI	0	-	0	-	-	-	-	7	-	-	-	-	0	-	-	14	X	X	X	X

(X indica o fim da transversal) PPB: Praia Ponta do Biccho; PFZ: Praia da Fortaleza; PFL: Praia do Farol; PFN: Praia Fora Norte; PG: Praia Grande; PFS: Praia Fora Sul; CBM: Praia de Pontal do Sul; ATA: Praia de Atami; PLT: Praia de Leste e GAI: Praia de Gaivotas

Tabela 8. Densidade (no. de indivíduos.m⁻²) de adultos de *M. quinquesperforata* na Praia de Atami em relação à distância (em metros) da linha d'água registrada de fevereiro de 1992 à março de 1993.

Meses	0m	15m	30m	60m	90m	120mm	150m	180m
FEV/92	0	0	0	0	0	0	440	690
MAR/92	0	0	0	0	7	209	149	616
ABR/92	0	0	0	0	0	13	386	0
MAI/92	0	0	0	0	0	0	182	54
JUN/92	0	0	0	0	0	0	0	189
JUL/92	0	0	0	0	0	7	0	68
SET/92	0	0	0	0	0	0	0	0
NOV/92	0	0	0	0	0	0	0	61
DEZ/92	0	0	0	0	0	0	20	14
JAN/93	0	0	0	40	311	102	338	108
FEV/93	7	0	0	223	243	0	196	60
MAR/93	0	0	0	0	14	250	392	34

Tabela 9. Densidade (no. de indivíduos.m⁻²) de juvenis de *M. quinquesperforata* na Praia de Atami em relação à distância (em metros) da linha d'água registrada de fevereiro de 1992 à março de 1993.

Meses	0m	15m	30m	60m	90m	120m	150m	180m
FEV/92	0	0	20	0	0	0	47	128
MAR/92	0	0	7	0	0	20	0	40
ABR/92	0	0	7	0	0	20	7	0
MAI/92	0	0	0	0	0	20	6	0
JUN/92	0	0	0	0	14	0	34	20
JUL/92	0	0	0	0	0	0	0	33
SET/92	0	20	0	7	27	258	271	291
NOV/92	0	7	0	20	508	0	7	27
DEZ/92	0	7	197	0	108	41	14	14
JAN/93	0	20	367	286	33	81	13	20
FEV/93	7	0	0	33	0	27	7	101
MAR/93	0	0	0	0	14	54	74	0

Tabela 10. Densidade (no. de indivíduos.m⁻²) de adultos de *M. quinquiesperforata* na Praia de Pontal do Sul por trecho do banco [início (A), meio (B) e final (C)], registrada de agosto de 1993 à julho de 1994.

Meses	A	B	C
AGO/93	0	256	0
SET/93	0	264	0
OUT/93	0	308	0
DEZ/93	0	748	0
JAN/94	28	732	60
FEV/94	28	452	0
MAR/94	0	532	0
ABR/94	24	600	0
MAI/94	16	372	4
JUN/94	524	552	264
JUL/94	84	480	188

Tabela 11. Densidade (no. de indivíduos.m⁻²) de juvenis de *M. quinquiesperforata* na praia de Pontal do Sul por trecho do banco [início (A), meio (B) e final (C)] registrada de agosto de 1993 à julho de 1994.

Meses	A	B	C
AGO/93	0	16	0
SET/93	0	8	0
OUT/93	0	20	0
DEZ/93	0	16	0
JAN/94	8	28	0
FEV/94	0	16	0
MAR/94	8	20	0
ABR/94	4	0	0
MAI/94	0	0	0
JUN/94	4	4	0
JUL/94	8	8	4

Tabela 12. Peso das variáveis nos dois primeiros componentes do PCA (Análise dos Componentes Principais) utilizadas no estudo morfométrico de *M. quinquiesperforata* nas praias da Fortaleza, do Farol, Grande, Fora Sul, de Pontal do Sul, de Atami, de Leste e de Gaivotas (Análise I).

Variável	Componente 1	Componente 2
(1)CC	0,2374*	-0,0504
(2)LC	0,2357*	-0,0797
(3)EM	0,1797	0,1773
(4)PEM	0,1900	0,0710
(5)PL1	-0,0182	0,2609*
(6)PL2	0,0723	0,2556*
(7)PL3	0,0924	0,2854*
(8)PL4	0,1222	0,2892*
(9)PL5	0,2015	0,2000*
(10)PL6	0,1685	0,1741
(11)PL7	0,0245	0,2942*
(12)PT1	0,0006	0,2877*
(13)PT2	0,1494	0,2878*
(14)PT3	0,1835	0,2529*
(15)CAI	0,2392*	-0,0632
(16)CAII	0,2355*	-0,0702
(17)CAIII	0,2124*	-0,0499
(18)CI3	0,2130*	-0,1563
(19)CI4	0,2364*	-0,0682
(20)CI5	0,2239*	-0,0499
(21)EDCIII	0,0585	-0,0799
(22)EDCIV	0,1541	-0,0984
(23)EDCV	0,1733	-0,0561
(24)CLAIV	0,1566	-0,2414*
(25)CLAV	0,2074*	-0,1693
(26)LLAIV	0,0003	-0,1286
(27)LLAV	0,0392	-0,0837
(28)PLAIV	0,2303*	-0,1092
(29)PLAV	0,2320*	-0,0620
(30)CLAN	0,1563	-0,0497
(31)LLAN	0,0348	0,2707*
(32)PLAN	0,2040*	0,0235
(33)PSAD	0,2344*	-0,0673

*indicação de variáveis de maiores pesos

Tabela 13. Peso das variáveis nos dois primeiros componentes do PCA (Análise dos Componentes Principais) utilizadas no estudo morfométrico de *M. quinquiesperforata* nas praias Fora Sul, de Pontal do Sul e de Atami (Análise II).

Variável	Componente 1	Componente 2
(1)CC	0,2279*	0,1505
(2)LC	0,2298*	0,0831
(3)EM	0,1882	-0,2121*
(4)PEM	0,1763	-0,1823
(5)PL1	0,0178	0,0819
(6)PL2	0,1084	0,1649
(7)PL3	0,1700	-0,1217
(8)PL4	0,1402	-0,3212*
(9)PL5	0,2103*	-0,1858
(10)PL6	0,1738	-0,0949
(11)PL7	0,0269	0,0333
(12)PT1	-0,0004	0,2642*
(13)PT2	0,1679	-0,1650
(14)PT3	0,1934	-0,1814
(15)CAI	0,2321*	0,0361
(16)CAII	0,2284*	0,0124
(17)CAIII	0,1943*	-0,0279
(18)CI3	0,2178*	0,0131
(19)CI4	0,2290*	0,0885
(20)CI5	0,2164*	0,1319
(21)EDCIII	0,0511	-0,3691*
(22)EDCIV	0,1549	-0,2633*
(23)EDCV	0,1547	-0,0712
(24)CLAIV	0,1561	0,1977
(25)CLAV	0,1932	0,1892
(26)LLAIV	0,0032	0,2353*
(27)LLAV	0,0583	0,1771
(28)PLAIV	0,2263*	0,0798
(29)PLAV	0,2222*	0,0893
(30)CLAN	0,1450	0,3350*
(31)LLAN	0,0822	-0,0927
(32)PLAN	0,2004*	0,1730
(33)PSAD	0,2284*	0,0159

*indicação de variáveis de maiores pesos

Tabela 14. Estimativas preliminares dos parâmetros populacionais largura assintótica (L_{∞}) e relação taxa de mortalidade/ taxa de crescimento (Z/K) pelo método Wetherall do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I), 1993 e 1994 (Análise II) e 1992, 1993 e 1994 (Análise III).

	I	II	III
L_{∞}	64,24	62,07	63,02
Z/K	2,25	1,89	2,07

Tabela 15. Estimativas dos parâmetros populacionais largura assintótica (L_{∞}), taxa de crescimento (K), constante de sazonalidade (C), Winter Point (WP) e índice de ajuste da curva de crescimento (Rn) pelo método Elefan I do Programa FISAT para *M. quinquiesperforata* na Praia de Atami durante os anos de 1992 e 1993 (Análise I), 1993 e 1994 (Análise II) e 1992, 1993 e 1994 (Análise III).

	I	II	III
L_{∞}	61,50	61,00	61,50
K	0,67	0,70	0,67
C	0,87	0,90	0,92
WP	0,35	0,35	0,25
Rn	0,12	0,19	0,15

Tabela 16. Resultados da análise de variância uni-fatorial (ANOVA) - Teste *a posteriori* de Tukey . Avaliação da significância das variações mensais dos índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) de *M. quinquiesperforata* da Praia de Atami durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994.

Meses	No.de Observações	IG médio	Grupos Homogêneos				
ABR/94	18	0,39	x				
JUN/94	19	0,46	x				
JAN/94	20	0,50	x	x			
MAR/94	20	0,51	x	x			
DEZ/93	20	0,53	x	x			
FEV/94	20	0,54	x	x			
MAI/94	20	0,56	x	x			
JUL/94	20	0,56	x	x			
OUT/93	20	0,65		x			
AGO/93	20	0,93					x
SET/93	20	0,97					x
Meses	No.de Observações	IT médio	Grupos Homogêneos				
OUT/93	20	7,01	x				
AGO/93	20	7,32	x	x			
DEZ/93	20	7,75	x	x	x		
SET/93	20	7,77	x	x	x		
JUN/94	19	8,17		x	x	x	
JUL/94	20	8,40		x	x	x	
JAN/94	20	8,74			x	x	
MAR/94	20	9,23				x	x
ABR/94	18	9,28				x	x
MAI/94	20	10,12					x
FEV/94	20	12,17					x
Meses	No.de Observações	IC médio	Grupos Homogêneos				
FEV/94	20	87,30	x				
MAI/94	20	89,32		x			
MAR/94	20	90,25		x	x		
ABR/94	18	90,32		x	x		
JAN/94	20	90,76			x	x	
JUL/94	20	91,04			x	x	
SET/93	20	91,26			x	x	x
JUN/94	19	91,37			x	x	x
DEZ/93	20	91,72				x	x
AGO/93	20	91,74				x	x
OUT/93	20	92,33					x

Tabela 17. Resultados da análise de variância uni-fatorial (ANOVA) - Teste *a posteriori* de Tukey . Avaliação da significância das variações mensais dos índices gonadal (IG), do intestino + tecidos internos (IT) e da carapaça (IC) de *M. quinquiesperforata* da Praia de Pontal do Sul durante o período de agosto de 1993 à julho de 1994.

Meses	No.de Observações	IG médio	Grupos Homogêneos		
JUN/94	20	0,50	x		
AGO/93	20	0,55	x	x	
ABR/94	20	0,56	x	x	
OUT/93	19	0,58	x	x	
DEZ/93	20	0,62	x	x	
JUL/94	20	0,63	x	x	
SET/93	20	0,64	x	x	
MAI/94	20	0,67	x	x	
JAN/94	19	0,68	x	x	
MAR/94	20	0,75		x	
FEV/94	20	1,10			x
Meses	No.de Observações	IT médio	Grupos Homogêneos		
AGO/93	18	7,43	x		
DEZ/93	10	7,74	x	x	
SET/93	20	8,23	x	x	
OUT/93	19	8,34	x	x	
JUN/94	20	8,60	x	x	
MAI/94	20	9,09	x	x	
MAR/94	20	10,05	x	x	
FEV/94	20	12,10		x	
ABR/94	20	16,81			x
JUL/94	20	18,47			x
JAN/94	19	19,84			x
Meses	No.de Observações	IC médio	Grupos Homogêneos		
JAN/94	19	79,48	x		
JUL/94	20	80,89	x		
ABR/94	20	82,63	x	x	
FEV/94	20	86,80		x	x
MAR/94	20	89,19			x
MAI/94	20	90,23			x
JUN/94	20	90,88			x
OUT/93	19	91,08			x
SET/93	20	91,13			x
DEZ/93	10	91,67			x
AGO/93	20	92,02			x